

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน
An Adjustment of Thailand Agriculture Sector to the Impacts of Expanded Energy Crop Production

คณะผู้วิจัย

- | | |
|----------------------|---------------------------------------|
| 1. นางเอวดี เปรมชัย | คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. นางสาวชลวิภา สุโก | คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

ชุดโครงการ การเสริมสร้างความเข้มแข็งงานวิจัยเชิงนโยบายการเกษตร
สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

EXECUTIVE SUMMARY

การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของ
การเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน
An Adjustment of Thailand Agriculture Sector to the Impacts of
Expanded Energy Crop Production

ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร 02-561-5037 • FAX 02-561-5037 # 16

สัญญาเลขที่ RDG5520016

การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่ม การผลิตพืชพลังงาน

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตร ทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน อาทิ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยการผลิตอื่น ตลอดจนปริมาณผลผลิต และราคา ของพืชอาหาร ที่มีความจำเป็นต่อประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย โดยพัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย(PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector) โดยแบบจำลองแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ 1) แบบจำลองมหภาค เพื่อหาแนวโน้มการจัดสรรปัจจัยการผลิต ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หาค่าดุลยภาพในเชิงพลวัตของทุกตัวแปรต่างๆในสมการและดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจ และ 2) แบบจำลองจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร โดยการสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของพืชแต่ละชนิด และประมาณค่าแบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติด้วย SUR และ 2SLS พร้อมทั้งคำนวณหาค่าดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้อธิบายถึงผลของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อภาคการเกษตร โดยพิจารณาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงาน โดยทำการศึกษาในพืชพลังงานหลักคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และพืชทดแทนอื่น เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว สับปะรด เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการวางแผนจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน เตรียมพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และก่อให้เกิดเพื่อความยั่งยืนของภาคเกษตรไทย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษารายละเอียดของผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรของไทยที่ผ่านมา พร้อมทั้งประมาณผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบายและมาตรการในการสร้างความสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน โดยทำการศึกษาในพืชพลังงานหลักคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และพืชทดแทนอื่น

เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว สับปะรด เพื่อการศึกษาผลกระทบของพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย ในด้านปัจจัยและต้นทุนการผลิตทางการเกษตร พืชอาหารที่ได้รับผลกระทบ เช่น ราคาพืช ปริมาณผลผลิต เนื้อที่เพาะปลูก ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการผลิตพืชพลังงาน และต้นทุนการผลิตในภาคปศุสัตว์ โดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่สูงขึ้นจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจในการวางแผนการผลิต การวางแผนนโยบายสินค้าเกษตร และการพัฒนาพลังงานทดแทน รวมถึงการสร้างทางเลือกในแนวคิดและการใช้เครื่องมือในการพยากรณ์ทางภาคการเกษตรที่นอกเหนือจากที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานนี้ ได้แบ่งการศึกษา ออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ 1) การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการศึกษาความต้องการใช้พืชพลังงาน 2) การศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา 3) การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS ทั้งแบบจำลองจุลภาค และมหภาค เพื่อคาดการณ์การปรับตัวและผลกระทบด้านต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น เมื่อมีการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น และ 4) การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง โดยการศึกษาในครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จำนวนมาก และเน้นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้ไปศึกษาและเก็บข้อมูลปฐมภูมิในเชิงพื้นที่เพื่อประกอบการวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่ผ่านมาและศึกษาแนวโน้มและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับการผลิตพืชพลังงานของเกษตรกร ผู้ผลิตเอทานอลจากพืชพลังงาน และภาครัฐผู้ดูแลนโยบายในพื้นที่โดยผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต

การคาดการณ์อุปสงค์พลังงานในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาอุปสงค์สืบเนื่อง ต่อความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต และความต้องการวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พืชพลังงาน ทั้ง มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล โดยการศึกษาได้รวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมาของนักวิจัยต่างๆ ที่ได้ทำการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของไทย รวมทั้งได้สร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์แนวโน้มความต้องการอุปสงค์พลังงานไทย โดยใช้สมการถดถอยแบบพหุ และนำมาวิเคราะห์ถึงความแม่นยำที่ผ่านมา และเลือกใช้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำสูงสุด ต่อจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์หาแนวโน้มของความต้องการใช้เอทานอลภายใต้อุปสงค์พลังงานทั้งหมดของประเทศ และคำนวณหาปริมาณเอทานอลที่คาดการณ์ในอนาคต เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ในการผลิตเอทานอล

ผลการศึกษาพบว่าอุปสงค์พลังงานของไทยขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประชากร ปริมาณการค้าสินค้านระหว่างประเทศ เป็นหลัก โดยการใช้พลังงานในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 3-6 ต่อปี โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้การพยากรณ์แนวโน้มการใช้พลังงานจากบัณฑิต ลิมมีโชคชัยและคณะ (2550) เนื่องจากเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูล

กับค่าจริงที่ผ่านมาแล้วมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด หลังจากนั้นจึงได้นำมาคำนวณหาความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4.1 ต่อปี และคำนวณความต้องการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล ตามสัดส่วน ภายใต้ข้อจำกัดของปริมาณกากน้ำตาลซึ่งขึ้นอยู่กับผลผลิตอ้อยในอนาคต โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 40:20:40 ในปี 2564 และ กรณีที่ 2 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 50:20:30 ในปี 2564

การศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา

การศึกษาในส่วนนี้ศึกษาบทบาทของพืชพลังงานในประเทศไทยและผลที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา สาเหตุของการเพิ่มการผลิตเอทานอล ความต้องการเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง เปรียบเทียบบทบาทของเอทานอลในภาคพลังงานและภาคเกษตร การปรับตัวของภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา รวมทั้งนโยบายจากภาครัฐทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและภาคการเกษตร

ผลการศึกษาพบว่าการผลิตเอทานอลของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา โดยวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลของไทยคือ กากน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 70 และมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 30 ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงและมีต้นทุนต่ำ ซึ่งการเพิ่มการผลิตเอทานอลส่งผลให้เกิดความต้องการวัตถุดิบจากภาคเกษตรเพื่อใช้ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ และพบว่าสัดส่วนของการใช้มันสำปะหลังเพื่อนำมาผลิตเอทานอลต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดที่ผลิตได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2554 มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.74 เป็นร้อยละ 3.13 ต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.84 ต่อปี ในขณะที่กากน้ำตาลถูกนำมาผลิตเอทานอลในสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 30 ต่อปี และมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 31 ต่อปี

อย่างไรก็ตามถึงแม้การผลิตเอทานอลที่ผ่านมาจะเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่กระทบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาคเกษตรมากนัก เนื่องจากหลังเริ่มมีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2554 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้านี้นี้พบว่า ข้าว ยังคงเป็นพืชหลักที่มีสัดส่วนการใช้ที่ดินสูงสุดและเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อยยังมีสัดส่วนคงเดิม คือ ร้อยละ 8 และ 7 ตามลำดับ สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีสัดส่วนการใช้ที่ดินลดลงจากร้อยละ 9 เหลือร้อยละ 7

การปรับตัวของภาคเกษตรต่อการผลิตพืชพลังงานที่ผ่านมา พบว่า ราคารับมันสำปะหลังและอ้อย มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อคำนวณหาราคาที่แท้จริงพบว่ามีแนวโน้มของราคาลดลง ในขณะที่ผลผลิตมีเพิ่มขึ้น พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะมันสำปะหลัง มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นโดยเฉพาะอ้อย มีแนวโน้มในการส่งออกลดลง เนื่องจากใช้ภายในประเทศมากขึ้น ซึ่งส่งผลดีกับเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย นอกจากนี้การเพิ่มการผลิตพืชพลังงานที่ผ่านมา ส่งผลให้ราคาพืช

อื่นๆ ปรับตัวสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น เนื่องจากราคาสินค้าเกษตรที่เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ปรับตัวสูงขึ้น

สำหรับนโยบายที่ผ่านมามีพบว่าเอทานอลนับเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพชนิดหนึ่งที่ได้ถูกพัฒนาและให้การสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อดำเนินการผลิตและใช้อย่างเป็นรูปธรรม โดยนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้เอทานอล แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ 1) นโยบายทางด้านอุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดหาวัตถุดิบ และการสนับสนุนการผลิตเอทานอล พบว่าภาครัฐให้ความสำคัญที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มผลผลิต และไม่ขยายพื้นที่เพาะปลูก ในขณะที่การผลิตเอทานอลนั้นได้รับการส่งเสริมการลงทุน และการส่งเสริมการส่งออก นอกจากนี้ยังส่งเสริมอุตสาหกรรมต่อเนื่อง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียจากการผลิตเอทานอล และ 2) นโยบายด้านอุปสงค์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตลาดเพื่อเพิ่มความต้องการใช้ของผู้บริโภค โดยส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน สร้างแรงจูงใจในขยายสถานีบริการ E20 สนับสนุนการผลิตรถยนต์ E85 ในรถยนต์นั่งทั่วไป และ ECO-CAR เป็นต้น

การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS

การศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลอง ซึ่งกรอบแนวคิดของแบบจำลองแบ่งเป็น องค์ประกอบ 2 หลักคือ แบบจำลองมหภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร โดยเน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และแบบจำลองจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง สับปะรด และถั่วต่างๆ) โดยแบบจำลองดังกล่าวเรียกว่า PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector

โครงสร้างของแบบจำลองมหภาคเป็นแบบจำลองในระบบเศรษฐกิจเปิด มีภาคการค้าระหว่าง โดยอาศัยการวิเคราะห์ในมุมมองของ (เทศประContinuous time social planner problem ภายใต้ดุลการค้าระหว่างประเทศ ความสมดุลระหว่างสมการการผลิต และความต้องการในการบริโภค โดยคำนึงถึงฟังก์ชันการผลิตของพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อย รวมถึงการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และ อ้อย

ในแบบจำลองจุลภาค เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์ดุลยภาพของการผลิตพืชไร่ ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด โดยอุปทานพืชไร่ ถูกกำหนดจากพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกคูณกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยในการประมาณอุปทานพืชไร่ จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้ในการเพาะปลูกพืชไร่ในประเทศไทย และหาแนวโน้มของผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี สำหรับอุปสงค์พืชไร่ เป็นอุปสงค์สืบเนื่องมาจากความต้องการพืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่เพื่อผลิตอาหารสัตว์ อุปสงค์พืชไร่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป อุป

สงค์พืชไร่เพื่อการส่งออก เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้น

การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลอง PEM-TAS ที่พัฒนาภายใต้กรอบแนวคิดในระดับมหภาคและระดับจุลภาค โดยในแบบจำลองจุลภาคนั้นผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตภายใต้กรณีสมมติโดยกำหนดให้ความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอกที่คำนวณได้จากแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย และในแบบจำลองมหภาค ผู้วิจัยได้ประมาณดุลยภาพตามช่วงเวลาของทุกตัวแปร เพื่อจำลองการจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจและหาผลกระทบกับการจัดสรรปัจจัยการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หาค่าดุลยภาพของทุกตัวแปรในสมการ และดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลาที่กำหนด

ผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง PEM-TAS ในแบบจำลองมหภาคพบว่าการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี สำหรับการใช้จ่ายปัจจัยการผลิตในระยะยาวพบว่าอัตราการขยายตัวของค่าใช้จ่ายทุนในการผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.36 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.75 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.79 ต่อปี สำหรับการใช้จ่ายแรงงานพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้แรงงานลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี ในด้านของการใช้ที่ดินพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้ที่ดินลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.047 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.10 ต่อปี สำหรับปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี

ผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 4.68 ต่อปี รองลงมาคือ ถั่วเฉลี่ยร้อยละ 3.42 ต่อปี อ้อยเฉลี่ยร้อยละ 0.30 ต่อปี และสับปะรดเฉลี่ยร้อยละ 0.02 ต่อปี ตามลำดับ ด้านพื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.51 ต่อปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 7.92 ต่อปี และข้าวฟ่างลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.49 ต่อปี

สำหรับราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาในกรณีสถานการณ์จำลองกรณีที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 40: 20 : 40 ตามลำดับ และกรณีจำลองที่ 2 ใช้มันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 50 : 20: 30 พบว่า ทั้ง 2 กรณีมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง และสับปะรด ต่างมีแนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูกลดลง และส่งผลให้ราคาของพืชอาหารและพืชพลังงานต่างเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น โดยราคามันสำปะหลังมีอัตราการเพิ่มสูงสุด รองลงมาคือสับปะรด ถั่ว อ้อย และ ข้าว ตามลำดับ

บทสรุปการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตจากแบบจำลอง PEM-TAS นั้น พบว่าการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ได้ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทยดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยทุนเพื่อการผลิตในภาคเกษตร พบว่าแนวโน้มในอนาคตการสะสมทุนในการผลิตพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.06 ต่อปี ซึ่งปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันความเติบโตในภาคเกษตร ทั้งในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมทุนเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยทุนยังมีบทบาทไม่มากในการเพิ่มการผลิตในภาคเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกับภาคการผลิตในภาคอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน พบว่าแนวโน้มในระยะ 10 ปีข้างหน้า พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภายใต้ความต้องการพลังงานทดแทนที่ผลิตจากพืชพลังงานมากขึ้น แต่ในระยะยาวพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงาน ซึ่งมีบทบาทในฟังก์ชันการผลิตทางภาคเกษตรสูงมีแนวโน้มที่ลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.075 ต่อปี เนื่องจากผลตอบแทนจากปัจจัยที่ดินในการผลิตพืชชนิดอื่น หรือเพื่อใช้ในการผลิตประเภทอื่นจะมีอัตราเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการใช้แรงงานในการผลิตในภาคเกษตร ในทางเดียวกันการขยายตัวของภาคเกษตรในอนาคตมีผลอย่างมากจากปัจจัยแรงงาน เนื่องจากแรงงานยังคงเป็นปัจจัยการผลิตที่มีบทบาทสูงในการผลิตภาคเกษตร แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยแรงงานในอนาคตสำหรับการผลิตพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.16 ต่อปี เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการสะสมทุน แทนที่การใช้ปัจจัยแรงงาน

การเปลี่ยนแปลงในการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน พบว่าแนวโน้มในระยะ 10 ปี ข้างหน้าการผลิตเอทานอล ยังคงเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในระยะ ยาวยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.32 ต่อปี

ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ พบว่าการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลให้ภาค เกษตรไทยมีการปรับตัวจากผลกระทบต่างๆ อาทิ ผลกระทบทางด้านราคา ประกอบด้วย ราคาพืช พลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น และราคาอาหารของผู้บริโภคสูงขึ้น ผลกระทบด้านต้นทุน อาหารสัตว์ส่งผลให้อาหารสัตว์แพงขึ้น ราคาเนื้อสัตว์จึงสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ในอนาคตการเพิ่มการผลิต พืชพลังงานได้ส่งผลดีต่อรายได้เกษตรกร ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้นจากราคาผลผลิตทางการเกษตร ที่เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน พบว่าการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคตนั้น ส่งผลกระทบต่อ ภาคการเกษตรไทยให้เกิดการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการ ใช้แรงงานในการผลิตลดลง มีการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อ ราคาสินค้าเกษตรสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ดังนั้น จากผลการศึกษาในครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร เกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต โดยเน้นป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาสินค้า พืชชนิดต่างๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต เพื่อให้เกษตรกรมีเสถียรภาพทางรายได้ในการผลิต นอกจากนี้ การสะสมปัจจัยทุน การลงทุนในฟาร์ม เทคโนโลยีการผลิต จะมีส่วนให้ประสิทธิภาพการผลิตของ เกษตรกรเพิ่มขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก หรือเพิ่มการใช้แรงงาน หรืออีกนัยหนึ่งแนวโน้ม ของการเกษตรกรรมในอนาคต จะเป็นลักษณะของเกษตรผสมผสาน ที่ใช้เทคโนโลยี และเน้นการผลิตโดย แรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก

2. ข้อเสนอแนะต่อภาครัฐ ในฐานะที่เป็นผู้วางนโยบายและทิศทางการพัฒนาประเทศรวมถึง ภาคการเกษตรของไทย โดยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ ภาครัฐควรเน้นการส่งเสริมและสนับสนุนทางด้าน อุปทาน หรือการผลิตพืชพลังงาน ควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อ บรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต ควรจัดเขตกรรมการผลิตจะมีส่วนช่วยในการส่งเสริม แหล่งการผลิตพืชพลังงานและการตั้งโรงงานการผลิตเอทานอลในพื้นที่ที่เหมาะสม ในด้านอุปสงค์ควรมี

การส่งเสริมและสนับสนุนทางด้านอุปสงค์ หรือการผลิตและการใช้เอทานอล มีนโยบายอย่างจริงจังในการเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล โดยเน้นนโยบายด้านราคา เพื่อให้ผู้บริโภคหันมาใช้แก๊สโซฮอล์มากขึ้น

3. ข้อเสนอแนะทั่วไป เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับราคาอาหาร โดยพบว่าราคาอาหารและดัชนีราคาผู้บริโภคสูงขึ้น นอกจากนี้ภาคปศุสัตว์มีต้นทุนการผลิตสูงส่งผลให้ราคาเนื้อสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นข้อเสนอแนะทั่วไปมีดังนี้ คือเพิ่มความตระหนักถึงการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือก แทนการใช้พลังงานในรูปแบบเก่า เพื่อเพิ่มอุปสงค์ของพลังงานทดแทน และส่งผลต่อเนื่องให้อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และการเพาะปลูกพืชพลังงานมีความยั่งยืน และเตรียมความพร้อมสำหรับราคาอาหารที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากภาคเกษตรในอนาคตจะมีโครงสร้างการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งไม่ได้มาจากสาเหตุของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานเพียงอย่างเดียว แต่มาจากปัจจัยต่างๆ ทั้งในด้านของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ประสิทธิภาพการผลิต รูปแบบและขนาดของฟาร์ม การถือครองที่ดินในการผลิตทางการเกษตร เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป การศึกษาในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาจำนวนมาก เนื่องด้วยข้อจำกัดของข้อมูล การคำนวณ และความซับซ้อนของแบบจำลอง ดังนั้นเพื่อให้มีความสมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือของผลการคาดการณ์มากยิ่งขึ้น ในการศึกษารั้งต่อไปควรคำนึงถึงประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ในแบบจำลองมหภาค ควรมีการเพิ่มการเปลี่ยนแปลงนโยบายของภาครัฐในแบบจำลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการวางแผนและเป้าหมายของนโยบายรัฐต่อภาคการเกษตรไทย

2) ในแบบจำลองจุลภาค สามารถปรับเปลี่ยนอุปสงค์ของพืชพลังงานให้เป็นตัวแปรภายนอก ที่เปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายการผลิตของภาครัฐ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามเป้าหมายในการผลิตทั้งในด้านของผลผลิต พื้นที่ เป็นต้น

3) ในการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทย โดยเฉพาะผลจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานนั้น ควรมีการเพิ่มปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและผลผลิตการผลิตเข้าไปในแบบจำลอง อาทิ สัดส่วนพื้นที่ชลประทาน การจัดเขตกรรมการผลิต งบประมาณของรัฐต่อภาคเกษตร งบวิจัยทางการเกษตร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อทิศทางของการปรับเปลี่ยนในภาคการเกษตรไทย

เมื่อความต้องการใช้เอทานอลสูงขึ้น ส่งผลให้ภาคการเกษตรเพิ่มการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการปรับตัวของภาคการเกษตรไทย

โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้แรงงานในการผลิตลดลง มีการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น การผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบให้ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

บทคัดย่อ

การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตร ทั้งในด้านการจัดการทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน อาทิ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยการผลิตอื่น ตลอดจน ปริมาณผลผลิต และราคา ของพืชอาหาร ที่มีความจำเป็นต่อประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย โดยพัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย (PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector) เพื่อใช้อธิบายถึงผลของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อภาคการเกษตร โดยพิจารณาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงาน โดยทำการศึกษาในพืชพลังงานหลักคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และพืชทดแทนอื่น เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว สับปะรด

แบบจำลองแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบหลักคือ 1) แบบจำลองมหภาค เพื่อหาแนวโน้มการจัดการปัจจัยการผลิต ทุน ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หาค่าดุลยภาพในเชิงพลวัตของทุกตัวแปรต่างๆในสมการและดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจ และ 2) แบบจำลองจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร โดยการสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของพืชแต่ละชนิดด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติด้วย SUR และ 2SLS พร้อมทั้งคำนวณหาค่าดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษารูปได้ดังต่อไปนี้ กล่าวคือการพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง พบว่าผลของแบบจำลองมหภาค มีแนวโน้มการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี และผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะมันสำปะหลัง และราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้โดยเกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต การลงทุนในฟาร์ม และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และภาครัฐควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต

Abstract

In order to reduce foreign energy dependent, energy crops production for using as feedstock in renewable energy production are expanding. It effects to crop production in agriculture sector on quantities, prices and resource allocation for food and energy crop production such as land labor capital and other production factors. These dilemma influences not only on domestic but also on foreign population. Thus, the objective of this study is to analyze the effects of an increase in energy crop production on Thai agriculture sector. The study developed the Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector or PEM-TAS to explain the consequences of an increase in energy crop production on agriculture sector. The model was applied to project trends of agricultural goods related to energy crops. The study focused on important energy crops which are cane and cassava and food crops which are rice, maize, beans, and pineapple.

The model has 2 components; 1) the macro model which was developed to simulate dynamic projection of resource allocation, capital, land, labor, and energy. The optimal control theory was used to solve for optimum solution for all variables of the model in continuous time. 2) the micro model which was developed to simulate the effects of food and energy crop production. The partial equilibriums of quantity and price of each food and energy crops were estimated in econometric method by Seemingly Unrelated Regression and Two-Stage Least Square and in mathematic method for solving matrixes.

The results of the study show that the trend projections from macro model indicate the optimal time path in expansion of cassava and cane production in thirty years period that are increasing at 0.23 and 0.18 percent per year respectively. The expansion rate of ethanol production is increasing at 0.32 percent per year. However, imported energy has continuous increased at 0.42 percent per year. The micro model found the agricultural land expansion of cassava, cane, beans, and pineapple cultivation. Cassava land cultivation was especially expanded. In addition, all prices of crops have increasing in long term projection.

The recommendations from the study are that farmers should parallel cultivate food and energy crops which emphasize on varieties of crop production, farm investment, and production technology development and Government should make suitable policy to control and zoning of food and energy crop lands to relief the fluctuation of quantities and prices of crops.

สารบัญ

บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์โครงการ	3
1.2 ขอบเขตการศึกษา	3
1.3 ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ (Outputs)	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ (Outcomes)	4
1.5 วิธีการศึกษา	4
1.6 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	5
1.7 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์	5
การทบทวนวรรณกรรม	7
2.1 การทบทวนเอกสารผลกระทบต่อภาคการเกษตร	7
2.2 การทบทวนเอกสารแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา	12
2.3 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพ	19
2.4 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการปลูกพืชพลังงาน	21
2.5 การประยุกต์แนวคิดจากการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
2.6 กรอบแนวคิดในการศึกษา	23
การคาดการณ์อุปสงค์พลังงาน	26
3.1 การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานจากผลการศึกษาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3.2 การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร	27
3.3 การคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิง	30
3.4 การคาดการณ์อุปสงค์มันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาล	31
พืชพลังงานและการปรับตัวของภาคเกษตรไทย	34
4.1 พืชพลังงาน ทางเลือกที่ถูกเลือก	35
4.2 แรงผลักดันต่อการขยายการผลิตพืชพลังงาน	40
4.3 พืชพลังงาน : บทบาทในภาคเกษตรและภาคพลังงาน	42
4.4 การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อการผลิตพืชพลังงานที่ผ่านมา	44
4.5 การเปลี่ยนแปลงที่ผ่านมาจะเป็นพืชพลังงาน : มันสำปะหลังและอ้อย	45
4.6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพืชอาหาร	53
4.7 ทางเลือกเชิงนโยบาย : สถานการณ์ที่ผ่านมา	65
การพัฒนาแบบจำลอง	69
5.1 กรอบแนวคิดการสร้างแบบจำลอง (Framework of the Model)	71
5.2 โครงสร้างของแบบจำลอง (Structural of the Model)	71
แบบจำลองมหภาค (Macro Planning Model)	71
แบบจำลองจุลภาค (Micro Planning Model)	82
ผลการศึกษา	99
6.1 ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค	99

6.2 ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค	117
ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง	121
ผลการ Simulation Model	123
6.3 การอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS	128
สรุปผลการศึกษา	134
การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต	135
การศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา	136
การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS	137
การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง	137
บทสรุปการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน	138
ข้อเสนอแนะจากการศึกษา	139
ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป	140

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	สรุปข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง	17
ตารางที่ 3.1	ผลการคำนวณหาอุปสงค์พลังงานด้วยอัตราการเจริญเติบโตที่ได้จากงานวิจัยต่างๆ	29
ตารางที่ 3.2	การคำนวณค่าสัดส่วนปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อพลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	30
ตารางที่ 3.3	ค่าคาดการณ์ของอุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564 ของกรณีสัดส่วนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายคงที่	31
ตารางที่ 3.4	ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2	33
ตารางที่ 4.1	ปริมาณการผลิตแก๊สโซฮอล์และเอทานอล	36
ตารางที่ 4.2	ปริมาณการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง	38
ตารางที่ 4.3	ปริมาณการใช้วัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง ในการผลิตเอทานอล	39
ตารางที่ 4.4	ราคาน้ำมัน แก๊สโซฮอล์และเอทานอล	40
ตารางที่ 4.5	ราคาเอทานอลไทย สหรัฐอเมริกา และบราซิล	42
ตารางที่ 4.6	สัดส่วนของการผลิตเอทานอลเปรียบเทียบกับสินค้าเกษตรและพลังงาน	43
ตารางที่ 4.7	อุปสงค์ของมันเป็นสำปะหลังและอ้อยเพื่อใช้ในประเทศและแปรรูปเพื่อการส่งออก	46
ตารางที่ 4.8	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันเป็นสำปะหลังและอ้อยในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554	51
ตารางที่ 4.9	การส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันเป็นสำปะหลัง ปี พ.ศ. 2550-2554	52
ตารางที่ 4.10	การส่งออกผลิตภัณฑ์กากน้ำตาล ปี พ.ศ. 2550-2554	52
ตารางที่ 4.11	พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ทั้งประเทศ ปี พ.ศ. 2539-2554	55
ตารางที่ 4.12	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชไร่ในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554	56
ตารางที่ 4.13	ราคาที่ดินเกษตรกรได้รับเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2539-2554	57
ตารางที่ 4.14	การเปลี่ยนแปลงของราคาที่ดินเกษตรกรได้รับเฉลี่ยและราคาที่แท้จริง ปี พ.ศ. 2547-2554	57
ตารางที่ 4.15	ปริมาณการผลิตสินค้าปศุสัตว์ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2554	58
ตารางที่ 4.16	ดัชนีราคาสินค้าปศุสัตว์ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2554	60
ตารางที่ 4.17	ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539-2554	61
ตารางที่ 4.18	การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตและต้นทุนที่แท้จริงต่อไร่ ปี พ.ศ. 2547-2554	62
ตารางที่ 4.19	รายรับสุทธิเฉลี่ยต่อไร่ของพืชไร่ในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554	63
ตารางที่ 4.20	การเปลี่ยนแปลงของรายรับสุทธิของเกษตรกรและรายรับที่แท้จริงต่อไร่ ปี พ.ศ. 2547- 2554	64
ตารางที่ 4.21	ดัชนีราคาผู้บริโภคประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547-2554	65
ตารางที่ 5.1	สัญลักษณ์ของตัวแปรและคำอธิบายตัวแปรในแบบจำลอง	91
ตารางที่ 6.1	ค่าประมาณระบบสมการพื้นที่เพาะปลูกพืช	102
ตารางที่ 6.2	ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่	104
ตารางที่ 6.3	ค่าประมาณสมการอุปสงค์มันเป็นสำปะหลัง	105
ตารางที่ 6.4	ค่าประมาณสมการอุปสงค์อ้อย	106
ตารางที่ 6.5	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าว	106
ตารางที่ 6.6	ค่าประมาณสมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	107

ตารางที่ 6.7	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง	108
ตารางที่ 6.8	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ถั่ว	109
ตารางที่ 6.9	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์สับปะรด	109
ตารางที่ 6.10	ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ	111
ตารางที่ 6.11	ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ	111
ตารางที่ 6.12	ค่าคาดการณ์อุปสงค์เอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	112
ตารางที่ 6.13	ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอล ปี พ.ศ. 2555-2564	113
ตารางที่ 6.14	ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 1	114
ตารางที่ 6.15	ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น กรณีจำลองที่ 1	114
ตารางที่ 6.16	ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2	115
ตารางที่ 6.17	ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2	115
ตารางที่ 6.18	เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 1	116
ตารางที่ 6.19	เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 2	117
ตารางที่ 6.20	การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง	120
ตารางที่ 6.21	ผลการวิเคราะห์แบบจำลองใน Steady State	122
ตารางภาคผนวกที่ ก1	ปริมาณความต้องการใช้พืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นในด้านต่างๆ	152
ตารางภาคผนวกที่ ก2	พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554	156
ตารางภาคผนวกที่ ก3	ราคาที่เกษตรกรได้รับของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น .ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554	157
ตารางภาคผนวกที่ ก4	ค่าประมาณสมการราคาขายส่ง ราคาส่งออก ราคานำเข้าด้วยวิธี ARMA+trend	158
ตารางภาคผนวกที่ ก5	ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าของพืชไร่และผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534- 2554	160
ตารางภาคผนวกที่ ข1	เปรียบเทียบวัตถุดิบประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน และกิจกรรมที่ดำเนินการ	170

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector	24
ภาพที่ 4.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของประเทศไทย	37
ภาพที่ 4.2 สัดส่วนมูลค่าเอทานอลต่อพลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้า เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2551 และ 2554	44
ภาพที่ 4.3 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร ปี พ.ศ.2539-2546 และ ปี พ.ศ.2547-2554	45
ภาพที่ 4.4 (ซ้าย) ราคามันสำปะหลังปี พ.ศ.2530 – 2554 และแนวโน้มราคา (ขวา) ราคามันสำปะหลังปี พ.ศ.2538 – 2554 ปรับดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร โดยปี พ.ศ.2548 เป็นปีฐาน	47
ภาพที่ 4.5 (ซ้าย) ราคามัน้อยปี พ.ศ.2530 – 2554 และแนวโน้มราคา (ขวา) ราคา้อยปี พ.ศ.2538 – 2554 ปรับดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร โดยปี พ.ศ.2548 เป็นปีฐาน	48
ภาพที่ 4.6 ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554	49
ภาพที่ 4.7 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554	50
ภาพที่ 4.8 แนวโน้มรายรับสุทธิของเกษตรกร ปี พ.ศ. 2540 - 2554	53
ภาพที่ 4.9 สัดส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่	54
ภาพที่ 4.10 โครงสร้างการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์	58
ภาพที่ 4.11 แนวโน้มปริมาณการใช้วัตถุดิบมันเส้นในการผลิตอาหารสัตว์	59
ภาพที่ 4.12 ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์	60
ภาพที่ 5.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAC	70
ภาพที่ 5.2 แผนผังขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจุลภาค	97
ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง $k(t)$ และ $\lambda(t)$	123
ภาพที่ 6.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดในช่วงเวลา 50 ปี	124
ภาพที่ 6.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงในการผลิตมันสำปะหลัง (ซ้าย) และการผลิต้อย (ขวา)	124
ภาพที่ 6.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (ซ้าย) และการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ (ขวา)	125
ภาพที่ 6.5 แสดงการสะสมทุนเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มันสำปะหลัง (ขวามือ) ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	125
ภาพที่ 6.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้แรงงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มันสำปะหลัง (ขวามือ) ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	126
ภาพที่ 6.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (บน) มันสำปะหลัง (ซ้ายล่าง) และ้อย (ขวาล่าง)	127
ภาพที่ 6.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มันสำปะหลัง (ขวามือ) ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	128
ภาพที่ 6.9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอนาคต	129
ภาพที่ 6.10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชพลังงานและพืชอาหารในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	131

ภาพที่ 6.11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชอาหารสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	132
ภาพที่ 6.12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	133
ภาพที่ 6.13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรายได้ภาคการเกษตรของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	133
ภาพภาคผนวกที่ ก1 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง และราคาส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	163
ภาพภาคผนวกที่ ก2 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	163
ภาพภาคผนวกที่ ก3 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่งและราคาส่งออกข้าวสารและผลิตภัณฑ์ .ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	164
ภาพภาคผนวกที่ ก4 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออกวัตถุดิบอาหารสัตว์ และราคานำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	164
ภาพภาคผนวกที่ ก5 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าข้าวฟ่างในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	165
ภาพภาคผนวกที่ ก6 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าถั่วและผลิตภัณฑ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	166
ภาพภาคผนวกที่ ก7 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าสับปะรดและผลิตภัณฑ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564	166
ภาพภาคผนวกที่ ก8 ค่าพยากรณ์ราคาเอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2548-2564	166

บทนำ

การขยายพื้นที่การปลูกพืชพลังงานย่อมหมายถึงการนำที่ดินที่เคยปลูกพืชชนิดอื่นมาใช้ทดแทน จะส่งผลถึงการปรับเปลี่ยนในโครงสร้างของการผลิตพืชในภาคเกษตร รวมทั้งยังส่งผลกระทบต่อการจัดสรรการใช้ทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

ในปัจจุบันการผลิตพืชพลังงานเป็นหัวข้อที่ทั่วโลกได้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในประเด็นเรื่องความขัดแย้งระหว่าง “อาหารและพลังงาน” เนื่องจากการผลิตพืชพลังงานนั้นผลิตมาจากพืชที่เราใช้ในการบริโภคทั่วไป อาทิ ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง และอื่นๆ นอกจากนี้ในการผลิตพืชพลังงานจำนวนมากยังใช้พื้นที่และทรัพยากรในการผลิตเดียวกันกับพืชที่ใช้เป็นอาหาร เช่น ที่ดิน แหล่งน้ำ แรงงานและปัจจัยอื่นๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางด้านปัจจัยการผลิต ทรัพยากร และราคา แต่ในทางกลับกันพืชพลังงานมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิล และการนำเข้าน้ำมันของประเทศ การผลิตพืชพลังงานยังก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชชนิดนั้น สร้างรายได้แก่เกษตรกร รวมถึงลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง

ประเด็นความขัดแย้งนี้ได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย มีหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและนักเศรษฐศาสตร์จำนวนมากพยายามที่จะตอบคำถามว่าการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานนั้นส่งผลกระทบต่อตลาดอาหารของโลกจริงหรือไม่ และหากจริงผลกระทบนั้นมีมากน้อยเพียงใด จากการศึกษาขององค์การสหประชาชาติ (UN-Energy, 2007) พบว่าอุตสาหกรรมการผลิตพืชพลังงานขนาดใหญ่ทำให้ราคาอาหารสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อประชากรที่ยากจนทั่วโลก และจากการศึกษาของ กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (Rosen and Shapouri, 2008) ได้กล่าวว่าจากราคาอาหารที่สูงขึ้นส่งผลให้ราคาอาหารที่นำเข้าในประเทศกำลังพัฒนาสูงขึ้นถึงร้อยละ 10 มีผลให้ประเทศกำลังพัฒนาเหล่านี้ลดการนำเข้าสินค้าอาหารลงและส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศนั้น ดังนั้นในขณะที่หลายประเทศที่ยากจนและขาดแคลนอาหารยังต้องพึ่งพาอาหารจากประเทศอื่นที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้านการผลิตอาหาร ประเด็นของ “อาหารและพลังงาน” จึงกลายเป็นความขัดแย้งในระดับสากลที่ทุก

ประเทศต่างมีส่วนเกี่ยวข้อง การนำทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตอาหารเพื่อไปผลิตพืชพลังงานนั้นส่งผลกระทบต่อประชากรในหลายประเทศและในระดับโลก

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารที่สำคัญของโลกหลายชนิด อาทิ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยและน้ำตาล ยางพารา และอื่นๆ และในฐานะที่เป็นประเทศในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่ประชากรจะได้รับผลกระทบต่อราคาอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น การผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้ในการบริโภคและเพื่อเป็นพลังงานจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ควรคำนึงถึงอย่างมาก การวางแผนที่จะผลิตพืชพลังงานนั้นจำเป็นต้องศึกษาถึงผลกระทบต่องานภาคการผลิต เกษตรกร รวมถึงผลกระทบต่อประชาชนในประเทศ เนื่องจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย ส่งผลให้ราคาของพืชพลังงานนั้นสูงขึ้น นอกจากนี้การขยายพื้นที่การปลูกพืชพลังงานย่อมหมายถึงการนำที่ดินที่เคยปลูกพืชชนิดอื่นมาใช้ทดแทน เช่น การเพิ่มพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นผลมาจากการลดการผลิตข้าวโพดลง ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดลดลง ราคาข้าวโพดสูงขึ้น เป็นต้น นำไปสู่จะส่งผลถึงการปรับเปลี่ยนในโครงสร้างของการผลิตพืชในภาคเกษตร รวมทั้งยังส่งผลกระทบถึงการจัดการใช้ทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

จากแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (Renewable Energy Development Plan :REDP 2008) กระทรวงพลังงาน ได้กำหนดเป้าหมายการผลิตและการใช้เอทานอลจากพืชพลังงาน ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย โดยจากเดิมมีการผลิตและการใช้เอทานอลเฉลี่ย 1.4 ล้านลิตรต่อวันในปี พ.ศ. 2552 เพิ่มขึ้นเป็น 3.0 ล้านลิตรต่อวันในปี พ.ศ. 2555 และมีเป้าหมายระยะยาวเท่ากับ 9.0 ล้านลิตรต่อวันในปี พ.ศ. 2565 (Energy Planning and Policy Office, 2008) เพื่อลดการพึ่งพาน้ำมัน และมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร แต่จากข้อมูลการผลิตมันสำปะหลังพบว่าในปี พ.ศ. 2553 ผลผลิตมันสำปะหลังลดลงจากปี พ.ศ. 2552 ประมาณ 8 ล้านตัน ซึ่งต่างจากการคาดการณ์ผลผลิตตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนอย่างมาก เนื่องจากตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนในปี พ.ศ. 2553 ได้คาดการณ์ว่าผลผลิตมันสำปะหลังจะเท่ากับ 31 ล้านตัน แต่ในความเป็นจริงผลผลิตเก็บเกี่ยวได้เพียง 22 ล้านตัน ทำให้มันสำปะหลังส่วนที่เหลือสำหรับการผลิตเอทานอลไม่เป็นไปตามเป้าหมาย และหากวิเคราะห์ไปในระยะยาวแล้วถ้าประเทศไทยไม่สามารถเพิ่มผลผลิตทั้งอ้อยและมันสำปะหลังได้เพียงพอต่อความต้องการทั้งเพื่อบริโภคและเพื่อผลิตเอทานอล การขยายการผลิตเอทานอลย่อมส่งผลกระทบให้ราคามันสำปะหลังและอ้อยสูงขึ้นอย่างแน่นอน

ดังนั้นการวางแผนการผลิตอย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญที่จะช่วยลดผลกระทบทั้งในด้านปัจจัยการผลิต เช่น การเพิ่มการใช้ที่ดิน การใช้น้ำ แรงงาน และทุน รวมถึงผลกระทบต่อพืชทดแทนอื่นๆ อาทิ ข้าวโพด ข้าว เป็นต้น และด้านราคา เช่น ราคามันสำปะหลังเพิ่ม ราคาอ้อยเพิ่ม ราคาพืชทดแทนเพิ่ม ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอื่นๆ เพิ่มตามไปด้วย ทั้งราคาอาหารสัตว์ ราคาอาหารอื่นๆ เป็นต้น เนื่องจากการใช้นโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตพืชพลังงานนั้นอาจจะส่งผลให้โครงสร้างของภาคการเกษตรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มปริมาณการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อโครงสร้างของภาคการเกษตรไทย จึงเป็นคำถามหลักของการศึกษาในครั้งนี้

เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่องานภาคการเกษตรของไทยจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยเพื่อใช้อธิบายถึงผล

ของการดำเนินนโยบายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีต่อภาคการเกษตร โดยจะพิจารณาและหาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสินค้าปศุสัตว์ เนื่องจากมันสำปะหลังและข้าวโพด ต่างเป็นวัตถุดิบหลักของอาหารสัตว์ นอกจากนี้จะหาแผนการใช้พื้นที่ในการผลิตพืชทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรรวมถึงคาดคะเนราคาของพืชชนิดนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและวางนโยบายในการส่งเสริมการผลิตพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งเพื่อใช้วางแผนในการจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน เตรียมพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และเพื่อความยั่งยืนของเศรษฐกิจของประเทศไทย

1.1 วัตถุประสงค์โครงการ

- 1) ศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรของไทยที่ผ่านมา ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ
- 2) พัฒนาและสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยที่มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ เพื่อพยากรณ์และใช้ในการจัดสรรทรัพยากรภายใต้แผนการขยายการผลิตพืชพลังงาน
- 3) ประเมินผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบายและหามาตรการในการสร้างความสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

1.2 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษามูลค่าผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย จำแนกขอบเขตของการศึกษาพืชพลังงานหลักสองชนิด คือ **อ้อยและมันสำปะหลัง** ที่ใช้ในการผลิตเอทานอลในประเทศไทย โดยการศึกษาผลกระทบของพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย จะทำการศึกษามูลค่าผลกระทบดังต่อไปนี้

- 1) ปัจจัยและต้นทุนการผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ที่ดิน ต้นทุนการผลิต การจ้างงานและราคาสินค้าเกษตร ที่เพิ่มขึ้นจากการที่มีการขยายการผลิตพืชพลังงานมากขึ้นในประเทศไทย
- 2) พืชอาหารที่ได้รับผลกระทบ (ข้าวโพด ถั่วเหลือง และพืชทดแทนอื่น) เช่น ราคาพืชปริมาณผลผลิต เนื้อที่เพาะปลูก ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการผลิตพืชพลังงาน
- 3) ภาคปศุสัตว์ โดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่สูงขึ้นจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

การศึกษาจะแบ่งการศึกษาถึงผลกระทบและการปรับตัวระดับประเทศ โดยการศึกษาครั้งนี้เน้นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540-2554 เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังจากการมีการผลิตเอทานอลในประเทศไทย รวมถึงนโยบายของภาครัฐที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านพลังงานและทางด้านภาคการเกษตร นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวจะถูกประยุกต์ในการวิเคราะห์แบบจำลอง เพื่อศึกษาถึงผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทย

1.3 ผลการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ (Outputs)

- 1) ได้แผนการจัดสรรปัจจัยการผลิตและทรัพยากรของประเทศไทยในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ภายใต้การปรับสมดุลของภาคการเกษตรไทย
- 2) ได้แบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์และศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย และเพื่อใช้ผลจากแบบจำลองเป็นข้อมูลในการตัดสินใจกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการวางนโยบายทางด้านพลังงานและการเกษตร
- 3) ได้แนวคิดและเครื่องมือในการตัดสินใจให้กับภาครัฐอีกทางเลือกหนึ่ง เพื่อใช้ในการวางแผนและพัฒนา นโยบายเพื่อให้เกิดความยั่งยืนต่อไปในการพัฒนาประเทศไทย
- 4) เป็นประโยชน์กับผู้ที่เกี่ยวข้อง อาทิ เกษตรกร ผู้ประกอบการธุรกิจเกษตร ผู้ผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน ภาครัฐ และประชาชนที่สนใจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจประกอบการหรือทำธุรกิจ
- 5) บทความวิจัยเพื่อตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการในประเทศหรือต่างประเทศอย่างน้อย 1 เรื่อง
- 6) การนำเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการจำนวน 1 ครั้ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ (Outcomes)

เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจวางแผนการผลิต วางนโยบายสินค้าเกษตร นโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทน รวมถึงสร้างทางเลือกในแนวคิดและการใช้เครื่องมือในการพยากรณ์ทางภาคการเกษตรที่นอกเหนือจากที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

1.5 วิธีการศึกษา

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1) ศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรของไทยที่ผ่านมา ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ มีวิธีการศึกษาดังนี้

- 1) ศึกษางานวิจัยหรือแบบจำลองที่เกี่ยวข้องของประเทศอื่นๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์และศึกษาถึงผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรของแต่ละประเทศ
- 2) ศึกษาข้อมูล เก็บข้อมูลและหาความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างพืชพลังงาน พืชอาหาร พืชทดแทน ในระดับประเทศ ที่ผ่านมาจากการผลิตจริง

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2) พัฒนาและสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยที่มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ เพื่อพยากรณ์และใช้ในการจัดสรรทรัพยากร ภายใต้แผนการขยายการผลิตพืชพลังงาน มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

- 1) ทำการวางกรอบแนวคิด ตัวแปร ฟังก์ชัน สมการที่ใช้ในแบบจำลองในรูปแบบพลวัต เพื่อให้แบบจำลองมีความสมบูรณ์มากที่สุดและเป็นตัวแทนหรือสามารถใช้ในการประกอบการ

ตัดสินใจได้

2) สร้างแบบจำลองและเขียนแบบจำลองด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ โดยมีการหาจุดเหมาะสมในรูปแบบของพลวัต

3) ทดสอบแบบจำลองด้วยการใช้ข้อมูลจริงเพื่อทำการแก้ไขข้อผิดพลาด ทดลองซ้ำจนกระทั่งมีความสมบูรณ์และยอมรับได้

เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3) ประเมินผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบายและมาตรการในการสร้างความสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน มีวิธีการศึกษาดังต่อไปนี้

1) นำแบบจำลองมาพยากรณ์เพื่อวิเคราะห์หาผลกระทบในระดับภูมิภาคและในระดับประเทศ โดยนำนโยบายที่เกี่ยวข้องมาร่วมในการวิเคราะห์เพื่อหาผลกระทบต่อพืชพลังงานและพืชอาหาร

2) สรุปผลและหาข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.6 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูล 2 ส่วนคือ ข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยเน้นการใช้ข้อมูลในระดับทุติยภูมิดังนี้คือ

ในด้านของ การผลิต ต้นทุนการผลิต ผลผลิต ราคาสินค้า ที่ดินที่ใช้ในการผลิต ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ โดยเก็บข้อมูลจากแหล่งต่างๆ อาทิ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นต้น

ในด้านของ นโยบายการผลิตพืชพลังงาน ความต้องการพืชพลังงาน ปริมาณการผลิตเอทานอล เก็บข้อมูลจาก สำนักนโยบายและแผนพลังงาน กรมพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน เป็นต้น

ในด้านปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง อาทิ อัตราดอกเบี้ย รายได้ ทุน อัตราค่าเสื่อมราคา เก็บข้อมูลจาก ธนาคารแห่งประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

นอกจากนี้การเก็บข้อมูลในระดับปฐมภูมิ อาทิ ข้อมูลการผลิต ข้อมูลปัญหาและอุปสรรค ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนากรอบแนวคิด จากเกษตรกร หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ในระดับภูมิภาคและในระดับประเทศ ด้วยการสัมภาษณ์ หรือใช้แบบสอบถาม

1.7 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

1) การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ ในเบื้องต้นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย จะถูกวิเคราะห์เพื่อหาดุลยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานในแต่ละระบบของพืชแต่ละชนิด ในรูปแบบของ 2SLS (Two Stage Least Squares) ในด้านการวิเคราะห์การใช้ที่ดินจะใช้วิธีการของ SUR (seemingly unrelated regressions) และในส่วนของการหาดุลยภาพของระบบพืชทุกชนิดจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ Simulation เพื่อหาดุลยภาพของระบบ

2) การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการ Dynamic Optimal Control หลังจากแบบจำลองได้ถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติแล้ว หลังจากนั้นแบบจำลองจะถูกพัฒนาเพื่อใช้ศึกษาในรูปของพลวัต (Dynamic) โดยหลักการของ Optimal Control Theory ด้วยวิธีการของ The Pontryagin Maximum Principle (Leonard and Van Long, 1992) เพื่อหา Stationary State ของการผลิต การบริโภค และการใช้ทรัพยากรของสินค้าเกษตรและภาคการเกษตรไทย

การทบทวนวรรณกรรม

การเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลกระทบต่อภาคเกษตร ทั้งในด้านของการจัดการการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิตพืชอาหาร และพืชพลังงาน ราคาพืช ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ รายได้ของเกษตรกร ซึ่งเป็นผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตร

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จะนำปัจจัยต่างๆเหล่านี้ เป็นตัวแปรหลักในการวิเคราะห์ผลกระทบและการปรับตัวของภาคเกษตรไทยจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

การทบทวนเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แบ่งแนวคิดออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้คือ 1) การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการผลิตพืชพลังงานที่ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตร 2) การทบทวนเอกสารแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา 3) การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพของประเทศต่างๆ ที่ผ่านมา และ 4) การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแผนส่งเสริมการปลูกพืชพลังงาน

2.1 การทบทวนเอกสารผลกระทบต่อภาคการเกษตร

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาผลกระทบต่อภาคการเกษตร จากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานพบว่า มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ทำการศึกษผลกระทบของการขยายการผลิตพืชพลังงาน อาทิ UN-Energy (2007), USDA (2007) และ FAO (2008) พบว่าการขยายการผลิตพืชพลังงานก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่อภาคการเกษตร โดยผลกระทบทางบวกก่อให้เกิดการกระตุ้นทางเศรษฐกิจและรายได้แก่เกษตรกร ลดภาวะความยากจน ผลผลิตทางการเกษตรมีราคาสูงขึ้น เกษตรกรได้ผลตอบแทนมากขึ้น มีการลงทุนในการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้น ลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ มีการเพิ่มการผลิตและใช้พลังงานสะอาดมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามการขยายการผลิตพืชพลังงานได้ส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางเช่นเดียวกัน โดยส่งผลให้ราคาอาหารสูงขึ้นเนื่องจากการแข่งขันจากการใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกัน เพิ่มความต้องการขยายพื้นที่การผลิตจากการทำลายป่าไม้หรือเปลี่ยนจากการปลูกพืชชนิดอื่นมาปลูกพืชพลังงาน นอกจากนี้ยังส่งผลให้ต้นทุนการผลิตทางการเกษตร

สูงขึ้น คุณภาพดินเสื่อมโทรมลงเนื่องจากการเพาะปลูกแบบเข้มข้น ปรับเปลี่ยนจากระบบการปลูกพืชผสมผสานมาเป็นรูปแบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยวขนาดใหญ่ โดยจากมุมมองของ FAO (2011) ต่อพืชพลังงานได้เน้นให้เห็นว่าผลของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลต่อราคาอาหารที่สูงขึ้น ส่งผลต่อประชากรที่ยากจนที่สัดส่วนของรายได้ส่วนใหญ่ใช้จ่ายไปเพื่อการซื้ออาหาร แต่ในขณะเดียวกันพืชพลังงานอาจจะเป็นส่วนที่ช่วยให้เกิดรายได้ต่อประชากรในกลุ่มดังกล่าว ดังนั้นหากมีการวางแผนอย่างสอดคล้องกันระหว่างความขัดแย้งในเรื่องของอาหารและพลังงานจะสามารถก่อให้เกิดความยั่งยืนในภาคเกษตรและอาหารของประชากรโลกได้

จากการศึกษาของ FAO(2010) และ USDA (2006) ในเรื่องของต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบต่างๆ พบว่า) ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบจำพวกน้ำตาลมีความสามารถในการแข่งขันได้ในทุกกรณี ต้นทุนการผลิตเอทานอลที่ต่ำที่สุดคือ กรณี molasses-on-site โดยจะต้องลดต้นทุนค่าขนส่งอย่างจริงจังและสามารถหากน้ำตาลได้จากโรงงานน้ำตาลภายในท้องถิ่น เมื่อทำการเปรียบเทียบความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบจำพวกน้ำตาลในสหรัฐ ประกอบด้วย น้ำอ้อย น้ำบีทรูท กากน้ำตาล น้ำตาลดิบ และน้ำตาลทราย โดยทำการคาดการณ์ต้นทุนการผลิตเอทานอลของวัตถุดิบจำพวกน้ำตาลเปรียบเทียบกับต้นทุนการผลิตจากวัตถุดิบดั้งเดิม ได้แก่ ข้าวโพด ผลการคาดการณ์ต้นทุนการผลิตพบว่า กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในกลุ่มน้ำตาลที่มีต้นทุนการผลิตเอทานอลต่ำที่สุด 1.27 ดอลลาร์ต่อแกลลอน ซึ่งเป็นต้นทุนที่ยังไม่รวมค่าขนส่ง แต่ก็ยังคงมีค่าสูงกว่าข้าวโพด โดยต้นทุนการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดอยู่ที่ประมาณ 1.03 -1.05 ดอลลาร์ต่อแกลลอน อย่างไรก็ตาม กากน้ำตาลนั้นมีความสามารถในการแข่งขันกับข้าวโพดมากที่สุด แต่ทั้งนี้การส่งเสริมใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลนั้น กากน้ำตาลจะต้องมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ต่ำจึงจะสามารถเทียบเคียงกับต้นทุนข้าวโพดได้ การผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลจะมีความคุ้มค่าเศรษฐกิจเทียบเท่ากับข้าวโพดได้นั้น จะต้องมียอดกากน้ำตาลที่มากเพียงพอ และเสียต้นทุนค่าขนส่งต่ำ เพื่อให้สามารถผลิตและจัดการผลิตเอทานอลได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

นอกจากนี้งานวิจัยของ Westcott (2007), Baker, Hayes, and Babcock (2008), Susanto, Rosson and Hudson (2009), Malcolm, Aillery, and Weinberg (2009) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการขยายการผลิตเอทานอลต่อภาคการเกษตร โดยพบว่าการขยายการผลิตพืชพลังงานส่งผลให้เกิดการแข่งขันการใช้ที่ดิน ราคาของพืชชนิดอื่นๆ สูงขึ้น ส่งผลให้ราคาพืชทดแทนอื่นปรับตัวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยการศึกษาของ Westcott (2007) แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าราคาข้าวโพดที่สูงขึ้นในสหรัฐอเมริกาได้ส่งผลให้มีการขยายพื้นที่การผลิตข้าวโพดอย่างมาก นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อพืชอื่นๆ ทั้งด้านพื้นที่การผลิตและราคา อาทิ ถั่วเหลือง และฝ้ายซึ่งเป็นพืชทดแทนกัน รวมทั้งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตปศุสัตว์ เพิ่มขึ้นในทางเดียวกัน เช่นเดียวกับ Susanto, Rosson and Hudson (2009) พบว่าพื้นที่การผลิตสนองตอบต่อการเปลี่ยนแปลงราคาสูง ดังนั้นพื้นที่การผลิตจะถูกย้ายไปใช้ในการผลิตข้าวโพดมากขึ้น ในขณะที่พืชอื่นๆ จะมีพื้นที่การผลิตลดลง นอกจากนี้การศึกษาของ Malcolm, Aillery, and Weinberg (2009) ได้แสดงถึงผลกระทบของเป้าหมายนโยบายพลังงานต่อการผลิตภาคการเกษตร ทำให้มีการเพิ่มการใช้ที่ดิน โดยแหล่งที่มาของที่ดินที่จะใช้ในการผลิตพืชพลังงาน มาจาก 2 แหล่งหลักคือ ที่ดินที่ยังไม่ได้ถูกนำมาใช้ กับที่ดินที่ถูกเปลี่ยนจากการผลิตพืชอื่น และจากการศึกษาของ Baker, Hayes, and Babcock (2008) สรุปว่าการเพิ่มขึ้นของราคาพืชชนิดหนึ่งจะ

ส่งผลให้ราคาพืชอื่นๆ เพิ่มขึ้นตาม นอกจากนี้ข้าวโพดและถั่วเหลือง เป็นพืชที่แข่งขันกันอย่างสมบูรณ์ในการใช้ที่ดิน เมื่อราคาข้าวโพดสูงขึ้นอันเนื่องมาจากการผลิตเอทานอลย่อมทำให้ราคาถั่วเหลืองสูงขึ้นตามไปด้วยในทิศทางเดียวกัน

ในด้านของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรนั้น ได้มีการศึกษาและพัฒนาอย่างกว้างขวาง อาทิ Chakravorty, Magné and Moreaux (2008) ใช้พื้นฐานจาก Hotelling Model เพื่อตัดสินใจในการผลิตพืชพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานฟอสซิล ในแบบจำลองได้สมมติให้อรรถประโยชน์เป็นฟังก์ชันของอรรถประโยชน์จากอาหารและจากพลังงาน ซึ่งพลังงานจากพืชถูกสมมติให้ทดแทนกันอย่างสมบูรณ์กับพลังงานจากฟอสซิล จากผลการศึกษาพบว่าที่ดินจะถูกจัดสรรให้ผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อราคาพลังงานสูงขึ้น และหากขาดแคลนที่ดิน ที่ดินที่เคยใช้ผลิตอาหารจะถูกเปลี่ยนมาเพื่อผลิตพลังงานแทน Koo and Taylor (2008) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานโดยใช้การวิเคราะห์จากแบบจำลองทางเศรษฐมิติ พบว่าการที่ราคาข้าวโพดเพิ่มขึ้นจากความต้องการเพื่อผลิตเอทานอล จะส่งผลถึงโครงสร้างในอุตสาหกรรมข้าวโพด การผลิตข้าวโพดเพิ่มขึ้น แต่ภาคการส่งออกข้าวโพดจะลดลง การผลิตปศุสัตว์จะลดลงเนื่องจากอาหารสัตว์แพงขึ้น ราคาพืชอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง ธัญญาพืช รวมทั้งอาหารที่ทำจากข้าวโพด จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาข้าวโพดที่สูงขึ้น Chen, Khanna and Önal (2009) ได้ใช้แบบจำลองการใช้ที่ดินแบบพลวัต (Dynamic land use model) โดยสมมติให้มีการทดแทนกันอย่างไม่สมบูรณ์ระหว่างเอทานอลและน้ำมัน และฟังก์ชันอรรถประโยชน์ประกอบด้วยผลรวมของอรรถประโยชน์จากการบริโภคอาหารและจำนวนระยะทางที่ขับรถ แบบจำลองนี้เป็นการตัดสินใจเลือกบริโภคอาหารและพลังงาน ซึ่งอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของสมการต่างๆ ในรูปของฟังก์ชันการผลิตและการใช้

Dicks et al (2009) ใช้ POLYSYS Model และ General Equilibrium Model วิเคราะห์การใช้ที่ดินสำหรับพืชพลังงานหลัก คือ ข้าวโพด ผลการศึกษาพบว่าการใช้ที่ดินในพืชจะลดลงอื่น อาทิ ข้าว อ้อย ธัญญาพืช ผลไม้ และผัก ในทางตรงกันข้ามราคาที่ดินจะสูงขึ้นร้อยละ 17.2 และราคาพืชอื่นๆ จะเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 2 รวมถึงสินค้าปศุสัตว์ Devadoss and Kuffel (2010) ใช้แบบจำลอง Horizontally related ethanol gasoline partial equilibrium Model of the United States, Brazil, and rest of the world ซึ่งผลการศึกษาพบว่าสหรัฐอเมริกาควรใช้การชดเชยการนำเข้ามากกว่าการใช้การกีดกันทางการค้า เนื่องจากทำให้เกิดการแข่งขันและยังทำให้เกิดประสิทธิภาพในการพัฒนาและคิดค้นเทคโนโลยีการผลิตของโลก

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทยมีผู้ศึกษาไว้ในหลายด้านดังนี้ Sriroth, Lamchaiyaphum and Piyachomkwan (2000) ได้ศึกษาถึงศักยภาพในการผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย พบว่าการใช้พื้นที่ในการปลูกมันสำปะหลังไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีการเพิ่มขึ้นในผลผลิตต่อไร่อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้จากการศึกษาของ Nguyen and Gheewala (2008) ได้วิเคราะห์ถึงสถานการณ์การผลิตเอทานอลในปัจจุบันของประเทศไทยว่าเอทานอลส่วนใหญ่ ผลิตจากกากน้ำตาล แต่ปริมาณการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลไม่สามารถเพียงพอต่อความต้องการของประเทศและเป้าหมายที่รัฐบาลตั้งไว้ได้ ในทางตรงกันข้ามพบว่ามันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานที่มีศักยภาพในการผลิตเพื่อเป็นอุปทานสำหรับเอทานอลและมีความได้เปรียบในต้นทุนการผลิตเอทานอลที่ต่ำกว่า Prasertsri and Kunasirirat (2009) ได้ศึกษาถึงผลกระทบของการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพต่อพืชอาหาร ทั้งในส่วน

ของการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลังและการผลิตไบโอดีเซลจากปาล์มน้ำมัน โดยใช้แผนการผลิตจนกระทั่งปี พ.ศ. 2022 จากกระทรวงพลังงานเพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่อพืชอาหาร พบว่าในระยะสั้นการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังยังคงทำให้ประหยัดต้นทุน และผลผลิตจะสามารถเพิ่มตามเป้าหมายของรัฐได้จากการเพิ่มผลผลิตจากเทคโนโลยีการผลิตและการเพิ่มพื้นที่การผลิต ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการผลิตข้าวโพด ทำให้ผลผลิตข้าวโพดจะลดลง แต่ภาคการเกษตรสามารถปรับตัวได้จากการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้านและประเทศใกล้เคียง นอกจากนี้ กนก คติการ และคณะ (2551) ได้วิเคราะห์การปรับเปลี่ยนระบบการผลิตพืชในระดับฟาร์มของเกษตรกรในพื้นที่ ที่ปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด และปาล์มน้ำมัน หลักของประเทศ ภายใต้ข้อสมมติสถานการณ์ต่างๆ ในด้านราคาน้ำมันในตลาดโลก และมาตรการและนโยบายที่เกี่ยวกับพลังงานของรัฐบาล และวิเคราะห์การปรับเปลี่ยนระบบการผลิตพืช พื้นที่เพาะปลูก และปริมาณการผลิตในระดับภูมิภาค ผลการศึกษาพบว่า มันสำปะหลังได้ขยายพื้นที่ปลูกอย่างกว้างขวางทั้งภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแทนที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอ้อยโรงงาน เนื่องจากในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มสูงขึ้นสำหรับอ้อยโรงงาน มีพื้นที่ปลูกลดลงโดยอย่างยิ่งในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลโรงงานน้ำตาล ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีพื้นที่ปลูกลดลงเกือบทุกพื้นที่ ยกเว้นในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำโขง ด้านปาล์มน้ำมัน ได้เริ่มขยายพื้นที่ปลูกไปนอกเขตพื้นที่ที่กรมพัฒนาที่ดินได้ระบุเป็นพื้นที่เหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมัน

ผลการทบทวนเอกสารเกี่ยวกับผลกระทบของการขยายการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตร สามารถแบ่งประเภทของผลกระทบได้ 4 ด้านคือ ผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน ผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตร ผลกระทบต่อการผลิตในภาคปศุสัตว์ และผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกร

ผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน

ในการศึกษาการขยายผลผลิตพืชพลังงานต่อการใช้ที่ดินและการจัดสรรที่ดิน มีผู้วิจัยประยุกต์ใช้แบบจำลองต่างๆ ในการวิเคราะห์การจัดสรรการใช้ที่ดิน โดยผลการศึกษาส่วนใหญ่ พบว่าที่ดินถูกจัดสรรมาผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองต่ออุปสงค์พืชพลังงานที่เพิ่มขึ้น โดย Chakravorty, Magne and Moreaux (2008) พบว่า ราคาพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้นจะส่งให้เกิดการจัดสรรที่ดินมาปลูกพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และหากเกิดการขาดแคลนที่ดิน ที่ดินที่เคยใช้ปลูกพืชอาหารก็จะถูกเปลี่ยนมาปลูกพืชพลังงานแทน Malolm, Aillery and Weinberg (2009) พบว่า ที่ดินที่ใช้ในการปลูกพืชพลังงานมาจาก 2 แหล่ง คือ ที่ดินว่างเปล่า และที่ดินเพาะปลูกพืชทดแทนอื่นๆ ซึ่งต้องใช้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.5 เพื่อให้สามารถผลิตข้าวโพดได้พอเพียงกับแผนการผลิตเอทานอล Dick et al (2009) พบว่า เพื่อให้การผลิตเอทานอลบรรลุเป้าหมาย 36 พันล้านแกลลอนในปี 2022 ที่วางไว้โดยเน้นการผลิตเอทานอลจากวัสดุเหลือใช้จากการเก็บเกี่ยวจำนวน 16 ล้านแกลลอน จะต้องใช้ฟางสาละ 24 ล้านตัน ต่อซึ่งข้าวโพด 72 ล้านตัน และหญ้า 109 ล้านตัน

นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์พืชพลังงานจะส่งผลต่อการจัดสรรการใช้ที่ดินแล้ว ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการจัดสรรที่ดินไปเพื่อการผลิตพืชพลังงาน คือ การเพิ่มขึ้นของราคาพืชพลังงาน โดย Susanto (2009) พบว่า พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพด ฝ้าย ถั่วเหลือง และข้าวสาลีจะมีความยืดหยุ่นต่อราคาเปรียบเทียบต่ำ แต่เมื่อมีการจำลองสถานการณ์ราคาขึ้นมาพิจารณา พบว่า การเพิ่มขึ้นของราคาข้าวโพด

จะทำให้พื้นที่ปลูกข้าวโพดเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกฝ้าย ถั่วเหลือง และข้าวสาลีลดลง Westcott (2007) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้น และพื้นที่เพาะปลูกพืชอื่นๆ ลดลง อาทิ ถั่วเหลืองและฝ้าย

สำหรับในประเทศไทย กนก คติการและคณะ (2551) พบว่า พืชพลังงานมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น โดยมีนํ้าปะหลังได้ขยายพื้นที่เพาะปลูกอย่างกว้างขวางในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แทนที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อยโรงงานมีพื้นที่ปลูกลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่อยู่ห่างไกลโรงน้ำตาล ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีพื้นที่เพาะปลูกลดลงเกือบทุกภูมิภาค ยกเว้นในภาคเหนือตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณลุ่มแม่น้ำโขง Ubolsook (2010) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลจะทำให้พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นและพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอ้อยลดลง Elobied, Carriquiry and Fabiosa (2011) พบว่า ปริมาณการผลิตเอทานอลในบราซิลเพียงพอกับความต้องการใช้เอทานอลที่เพิ่มขึ้น อุปสงค์เอทานอลจากต่างประเทศจะมีผลทำให้พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในบราซิลมีการขยายพื้นที่เพิ่มขึ้น โดยเป็นพื้นที่ที่ปรับเปลี่ยนมาจากทุ่งหญ้าและพื้นที่เพาะปลูกพืชอื่น โดยพื้นที่ทุ่งหญ้าในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ จะถูกปรับเปลี่ยนมาเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด

ผลกระทบด้านราคา

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษาการผลิตพืชพลังงานและผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตร มีผู้ทำการศึกษาไว้หลายท่าน โดย Elobied and Hart (2007), Koo and Taylor (2008) และ Baker, Hayes and Babcock (2008) มีผลการศึกษาในทิศทางเดียวกันคือ คือ การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์พืชพลังงาน ทำให้ราคาพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น Ludena, Razo and Saucedo (2005) พบว่าการนำพืชพลังงานมาผลิตเอทานอลและไบโอดีเซลเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ราคาพืชพลังงานเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดการเคลื่อนย้ายพื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารมาผลิตพืชพลังงานอีกด้วย ซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาณพืชอาหารลดลงและมีราคาสูงขึ้น Elobied and Hart (2007) พบว่าการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันดิบและราคาข้าวโพดจะส่งผลต่อการผลิตเอทานอล และชักนำให้อุตสาหกรรมเอทานอลเกิดการขยายตัว แต่ขณะเดียวกันประเทศยากจนในแถบแอฟริกา ฝั่งทะเลทรายซาฮารา และประเทศในลาตินอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศผู้นำเข้าข้าวโพดจากสหรัฐอเมริกาจะมีต้นทุนอาหารที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อยที่สุดร้อยละ 10 Westcott (2007) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลจะส่งผลให้ราคาข้าวโพดและพืชแข่งขันอื่นๆ เพิ่มขึ้น

Koo and Taylor (2008) พบว่าการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ข้าวโพดจะทำให้ราคาข้าวโพดสูงขึ้น ส่งผลต่อโครงสร้างอุตสาหกรรมข้าวโพด นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของราคาข้าวโพดยังส่งผลให้ราคาถั่วเหลือง ข้าวสาลี และสารทดแทนความหวานสูงขึ้นอีกด้วย อีกทั้งยังส่งผลให้ราคาปัจจัยการผลิตสูงขึ้น อาทิ ค่าเช่าที่ดิน ปุ๋ย สารเคมี และเครื่องจักรทางการเกษตร ต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้นและทำให้ราคาสินค้าเกษตรและราคาอาหารเพิ่มขึ้น ตามลำดับ Baker, Hayes and Babcock (2008) พบว่าหากต้องการบรรลุเป้าหมายการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ 36 พันล้านแกลลอนในปี 2022 นั้น รัฐบาลจะต้องจ่ายเงินอุดหนุนให้กับการผลิตไบโอดีเซลและเชื้อเพลิงชีวภาพจากเซลลูโลสอีกเท่ากับ 2.50 และ 1.86 ดอลลาร์ต่อแกลลอน ตามลำดับ และในระยะยาวราคาวัตถุดิบจะสูงขึ้น โดยราคาข้าวโพดและถั่ว

เหลืองจะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.76 และ 13.01 ดอลลาร์ต่อตะกั่ว ตามลำดับ Tebeau et al (2009) พบว่าการเพิ่มของอุปสงค์พืชพลังงานและน้ำตาลจะส่งให้ราคาพืชพลังงานและน้ำตาลเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 และร้อยละ 19 ตามลำดับ แต่อัตราเงินเฟ้อราคาสินค้าเกษตรและอาหารภายในสหภาพยุโรปจะไม่เกินร้อยละ 3 และน้อยกว่าร้อยละ 1 ในระดับตลาดโลก Ubolsook (2010) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลในประเทศไทยจะทำให้ราคามันสำปะหลังเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังที่สูงขึ้นจะจูงใจให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินมาปลูกมันสำปะหลังแทนข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอ้อย ส่งผลให้ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และอ้อยสูงขึ้น

ผลกระทบด้านปศุสัตว์

ในด้านของการผลิตพืชพลังงานที่กระทบต่อภาคปศุสัตว์ พบว่างานวิจัยต่างๆ มีข้อสรุปที่คล้ายคลึงกันกล่าวคือ การเพิ่มขึ้นของราคาวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล จะส่งผลให้ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น เนื่องจากการผลิตอาหารสัตว์ใช้วัตถุดิบชนิดเดียวกันกับการผลิตเอทานอล Elobiod and Tokgoz (2006) พบว่า ราคากากข้าวโพดและกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ในสหรัฐอเมริกา Westcott (2007) พบว่าการเพิ่มขึ้นของราคาข้าวโพดส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์สูงขึ้น ราคาเนื้อสัตว์สูงขึ้น ราคาขายปลีกเนื้อแดง สัตว์ปีก และไข่เพิ่มขึ้น Susanto, Rosson and Hudson (2009) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลจะทำให้ราคาข้าวโพดเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อภาคปศุสัตว์และสัตว์ปีก แต่อย่างไรก็ตาม ผลพลอยได้จากการผลิตเอทานอลอย่างกากข้าวโพด ก็สามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์ได้เช่นกัน Malolm, Aillery and Weinberg (2009) พบว่าการเพิ่มขึ้นของราคาข้าวโพด จะส่งให้ราคาค่าต้นทุนอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น รายได้จากการผลิตปศุสัตว์ลดลง โดยคาดการณ์ว่าการผลิตปศุสัตว์จะลดลงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 0.6 Ubolsook (2010) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลจะทำให้ราคามันสำปะหลังเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ผลกระทบด้านรายได้เกษตรกร

การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์พืชพลังงาน ส่งผลให้ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น เกษตรกรจึงหันมาผลิตพืชพลังงานมากขึ้น และนำไปสู่การมีรายได้เพิ่มขึ้นของเกษตรกร ซึ่งมีงานวิจัยต่างๆ ที่สนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว โดย Westcott (2007) พบว่าราคาข้าวโพดและถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นจะมีผลอย่างมากต่อรายได้ที่เกษตรกรจะได้รับ ถึงแม้ค่าใช้จ่ายในการผลิต อาทิ ค่าเมล็ดพันธุ์และราคาอาหารสัตว์จะเพิ่มขึ้นก็ตาม Dick et al (2009) พบว่า ราคาธัญญาพืชที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก สามารถชดเชยกับพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงของธัญญาพืชส่วนใหญ่ได้ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น Banse et al (2008) พบว่า การกระตุ้นให้ปลูกพืชพลังงานมากขึ้นในสหภาพยุโรป จะส่งผลให้ราคาที่ดินเพาะปลูกและรายได้เกษตรกรในสหภาพยุโรปและภูมิภาคอื่นๆ เพิ่มขึ้น

2.2 การทบทวนเอกสารแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนการผลิตพืชพลังงานและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรและเศรษฐกิจของแต่ละพื้นที่หรือภูมิภาคได้มีการตรวจสอบและรวบรวมไว้โดย Witzke et al (2008) ซึ่งได้ทบทวนและตรวจสอบแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนและแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป ซึ่งถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรป รวมถึงทำการเปรียบเทียบทั้งข้อดี

และข้อด้อยของแต่ละแบบจำลอง โดยแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน มีลักษณะเฉพาะที่ถูกสร้างเพื่อศึกษาในภาคเศรษฐกิจใดภาคเศรษฐกิจหนึ่งในระบบเศรษฐกิจ ส่วนแบบจำลองดุลยภาพทั่วไปจะศึกษาคอบคลุมทั้งระบบเศรษฐกิจ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทบทวนแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป คือแบบจำลอง LEITAP ด้านแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนคือ แบบจำลอง FAPRI, ESIM , AGLINK-COSIMO และ AGMEMOD และแบบจำลองด้านพลังงาน ได้แก่ แบบจำลอง POLES และ PRIMES

แบบจำลอง LEITAP เป็นแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบระบบเศรษฐกิจใน 57 ภูมิภาคทั่วโลก ประกอบด้วยหมวดพืช 8 หมวด การปศุสัตว์ 4 หมวด ด้านอาหาร 8 หมวด ทำการศึกษาพืชพลังงาน 3 ชนิด คือ ข้าวสาลี น้ำตาล และเมล็ดน้ำมัน แบบจำลอง LEITAP ได้ถูกนำไปใช้ประยุกต์ใช้ โดย Banse et al (2008) ใช้แบบจำลอง LEITAP ในการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายพลังงานชีวภาพในสหภาพยุโรปต่อตลาดอาหารและการเกษตรของโลก พบว่าการเพิ่มปริมาณบริโภคเชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรป ทำให้ราคาของสินค้าเกษตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น Tebeau et al (2009) ได้ชี้ว่ามาตรการ EU Biofuel Directive (BFD) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและการใช้ที่ดินจากอุปสงค์พลังงานชีวภาพที่เพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบทางอ้อมต่ออุปทานธัญพืช เมล็ดน้ำมัน และน้ำตาล และส่งผลกระทบในวงแคบต่อการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์เกษตรอื่นๆ

แบบจำลอง AGMEMOD เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน ถูกออกแบบเพื่อประยุกต์ใช้กับประเทศในสหภาพยุโรปโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศในกลุ่ม Member states ปัจจุบันมีทั้งหมด 27 ประเทศ (2012) ศึกษาครอบคลุมพืช 9 ชนิด ปศุสัตว์ 9 ชนิดและผลิตภัณฑ์อาหาร 9 ชนิด โดยแบบจำลอง AGMEMOD ถูกนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองอื่นๆ โดย Ledebur et al (2008) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง AGMEMOD ในการประมาณการผลกระทบของเป้าหมายเชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศฝรั่งเศสและเยอรมนี โดยชี้ให้เห็นว่าการผลิตพืชพลังงานจะปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์เชื้อเพลิงชีวภาพ ดังนั้นการผลิตพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นตามเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่เพิ่มขึ้น และอุปทานพืชพลังงานภายในประเทศยังไม่เพียงพอกับความต้องการใช้พืชพลังงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเชื้อเพลิงชีวภาพที่ตั้งไว้ได้

แบบจำลอง AGLINK-COSIMO เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในภาคการเกษตร แบบจำลอง AGLINK ถูกพัฒนาขึ้นโดยสำนักเลขาธิการ OECD และประเทศสมาชิก พร้อมกับแบบจำลอง COSIMO ที่ถูกพัฒนาโดย FAO โดยทำการศึกษาดุลยภาพสินค้าที่สำคัญในประเทศสมาชิก OECD ครอบคลุมผลิตภัณฑ์เกษตร 15 อย่าง พืชพลังงานที่พิจารณาได้แก่ คือ เมล็ดน้ำมัน (ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล) เมล็ดธัญพืชและน้ำตาล รวมไปถึงผลิตภัณฑ์พลอยได้ (ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล) โดยพบว่าประเทศในสหภาพยุโรปมีความต้องการพื้นที่ปลูกพืชพลังงานอยู่ระหว่างร้อยละ 30-70 ของพื้นที่เพาะปลูกพืชทั้งหมด สำหรับนำมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อใช้ทดแทนร้อยละ 10 ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในภาคขนส่ง แบบจำลอง AGLINK ดังกล่าว ได้ถูกนำมาใช้ในรายงานของ OECD – FAO Agricultural Outlook (2007) ซึ่งได้ชี้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์เชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรปส่งผลให้ความต้องการใช้วัตถุดิบเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยคาดการณ์ว่าปริมาณการใช้ข้าวสาลีในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเป็น 18 ล้านตันในปี 2016 ในขณะที่อัตราการเพิ่มของการใช้เมล็ดน้ำมันและข้าวโพดลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่ปริมาณการใช้ก็ยังคงเพิ่มขึ้นเป็น 21 ล้านตันและ 5.2 ล้านตัน ตามลำดับ

แบบจำลอง ESIM เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนอีกแบบจำลองหนึ่ง ซึ่งได้นำไปใช้วิเคราะห์ด้านการผลิตและการบริโภคพืชเกษตรในสหภาพยุโรป โดยเน้นไปที่สมาชิกระดับ Member states พบว่า การกำหนดเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่ร้อยละ 10 ในปี 2010 จะส่งผลให้ราคาพืชพลังงานในตลาดโลกเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ราคาผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้กลับลดลง สหภาพยุโรปจะกลายเป็นผู้นำเข้าพืชพลังงานมากกว่าส่งออก และพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.5 ในขณะที่ European Commission's Directorate-General for Agricultural (DG Agri) ได้ใช้แบบจำลอง ESIM เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับการใช้ปัจจัยการผลิต จากการกำหนดอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงชีวภาพที่อย่างน้อยร้อยละ 10 พบว่าในปี 2020 นั้นจะมีความต้องการธัญญาพืช 59 ล้านตันเพื่อการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และส่งผลให้ราคาธัญญาพืชจะเพิ่มขึ้นเป็น 150 ยูโรต่อตัน (EU Commission 2007)

แบบจำลอง POLES เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนด้านพลังงาน ซึ่งถูกพัฒนาและปรับปรุงโดย Laboratoire d'Economie de la Production et de l'Intégration Internationale (LEPII) ประเทศฝรั่งเศส แบบจำลองจะมีลักษณะเป็นพลวัตโดยใช้วิธีการแบบ Recursive อธิบายการพัฒนาแบบจำลองตั้งแต่ปี 2005 ถึง 2050 แบ่งการศึกษาเป็นระดับกลุ่มประเทศ มีจุดประสงค์เพื่อการวางแผนอุปสงค์พลังงานในอนาคต แบบจำลอง POLES ได้ถูกนำมาใช้การวิเคราะห์นโยบายในหลายหน่วยงาน อาทิ European Commission's Directorate-General for research (DG research), European Commission's Directorate-General for Environment and Sustainable Development (DG Environment) และ European Commission's Directorate-General for Transport and Energy (DG TREN)

แบบจำลอง FAPRI - International Ethanol Model เป็นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน ถูกออกแบบโดย The Food and Agricultural Policy Research Institute: FAPRI ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี 1984 ซึ่งอยู่ภายใต้การดำเนินการร่วมกันของ 2 มหาวิทยาลัย คือ The Center for Agricultural and Rural Development (CARD) มหาวิทยาลัยไอโอวา และ The Center for National Food and Agricultural Policy (CNFAP) มหาวิทยาลัยมิสซูรี-โคลัมเบีย FAPRI ใช้ในการประเมินอุปทาน อุปสงค์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสและรูปแบบทางการค้าทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อีกทั้งเสริมสร้างความเข้าใจทางการค้าสินค้าเกษตรที่ตีร่วมกันระหว่างกลุ่มการค้าต่างๆ เช่น สหภาพยุโรป จีน และอินเดีย และให้ข้อมูลข่าวสารด้านกฎหมายเกี่ยวกับรายได้ที่เกษตรกรได้รับและข้อตกลงทางการค้าต่างๆ แบบจำลอง FAPRI เป็นแบบจำลองด้านพลังงานที่ใช้ในการตรวจสอบและวางแผนการผลิต การใช้สต็อกสินค้า ราคา และการค้าเอทานอลในหลายประเทศและภูมิภาคของโลก ประกอบด้วยแคนาดา จีน สหภาพยุโรป (EU-27) อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้และประเทศอื่นๆ โดยโครงสร้างแบบจำลองเอทานอลในแต่ละประเทศจะประกอบด้วย Behavioral Equations ของการผลิต การบริโภค สต็อกสินค้าที่เหลือทั้งหมด และการค้าสุทธิ โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลของแต่ละประเทศจะแตกต่างกัน ประเทศบราซิลใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบหลัก ในขณะที่สหรัฐอเมริกาใช้ข้าวโพด สหภาพยุโรป (EU-27) ใช้ข้าวสาลี ส่วนประเทศอื่นๆ อาทิ อินเดียใช้กากน้ำตาลแทนอ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอล

แบบจำลองเอทานอลของ FAPRI ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบของนโยบายการค้าในภูมิภาคที่มีการค้าเชื้อเพลิงชีวภาพโดย Elobeid and Tokgoz (2006) เจาะจงไปที่นโยบายการยกเลิก

มาตรการกีดกันการนำเข้าเอทานอลในสหรัฐอเมริกา และต้องการยกเลิกภาษีการกลั่นเอทานอล โดยได้พบว่า การยกเลิกนโยบายการค้าที่บิดเบือนและมาตรการอุดหนุนการผลิตเอทานอลภายในสหรัฐอเมริกา จะทำให้ราคาเอทานอลในตลาดโลกเพิ่มขึ้นร้อยละ 22.5 แต่ราคาเอทานอลภายในสหรัฐอเมริกากลับลดลงร้อยละ 14.1 ซึ่งส่งผลให้การผลิตเอทานอลลดลงร้อยละ 7.5 และการบริโภคเอทานอลลดลงร้อยละ 3.2 ด้านปริมาณนำเข้าเอทานอลสุทธิของสหรัฐอเมริกาก็จะเพิ่มขึ้นอย่างมากถึงร้อยละ 192.8 ขณะเดียวกันการผลิตเอทานอลในบราซิลเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.8 ตามราคาเอทานอลในตลาดโลกที่เพิ่มขึ้น Binfield, Westhoff and Cadre (2008) ได้ชี้ว่า หากสหภาพยุโรปต้องการบรรลุเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่ร้อยละ 10 ปริมาณความต้องการใช้น้ำมันพืชและ ธัญญาพืชจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก สหภาพยุโรปจำเป็นต้องนำเข้าเมล็ดน้ำมัน น้ำมันพืชหรือไบโอดีเซลซึ่งก็จะมีผลต่อราคาในตลาดโลก และสหภาพยุโรปก็จะกลายเป็นผู้นำเข้าสู่ธุรกิจธัญญาพืชอีกด้วย Fabiosa et al (2008) ได้ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการขยายการผลิตเอทานอลต่อการจัดสรรที่ดินเพาะปลูกพืชพลังงาน อาทิ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี อ้อย และธัญญาพืชอื่นๆ พบว่า เกิดผลกระทบต่อการจัดสรรพื้นที่ปลูกอ้อยและตลาดอ้อยในบราซิล ทุกประเทศที่มีขยายการผลิตเอทานอลเกิดผลกระทบเช่นเดียวกันแต่ค่อนข้างน้อยกว่า อาทิ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปลูกข้าวโพดและถั่วเหลืองในสหรัฐอเมริกา หรือการจัดสรรที่ดินปลูกธัญญาพืชและเมล็ดน้ำมันในลาตินอเมริกา ต่อมา Ellobied, Carriquiry and Fabiosa (2011) ได้สร้างแบบจำลองเชิงพื้นที่ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการผลิตเพิ่มขึ้นของอุปสงค์เชื้อเพลิงชีวภาพของโลกกับอุปสงค์ที่ดินเพาะปลูกในประเทศบราซิล ผลการศึกษาพบว่า การผลิตเอทานอลของบราซิลสามารถรองรับกับความต้องการใช้เอทานอลของโลกที่เพิ่มขึ้นได้ทั้งหมด ยกเว้นของสหรัฐอเมริกา ซึ่งความต้องการเอทานอลของโลกที่เพิ่มขึ้นนี้ นำไปสู่การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในบราซิล โดยในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ พื้นที่ปลูกอ้อยที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 62 มาจากการลดพื้นที่ทุ่งหญ้าและพื้นที่ปลูกพืชอื่นๆ และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 68 ในกรณีที่บราซิลมีพื้นที่เพาะปลูกจำกัด

แบบจำลอง POLYSYS (The Policy Analysis System) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์นโยบายและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากนโยบาย เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมหรือการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ของประเทศสหรัฐอเมริกา POLYSYS ถูกออกแบบให้มีความเชื่อมโยงกันของแต่ละแบบจำลองย่อยซึ่งประกอบด้วย อุปทานพืชใน 305 เขต อุปสงค์ ราคาพืชภายในประเทศ และรายได้ภาคการเกษตร แบบจำลอง POLYSYS ได้ถูกพัฒนาขึ้นเมื่อในช่วงปี 1970 โดยความร่วมมือกันของ 3 หน่วยงานได้แก่ Agricultural Policy Analysis Center แห่งมหาวิทยาลัยเทนเนสซี U.S. Department of Agricultural Policy Analysis Center และ Great Plains Agricultural Policy Center แห่งมหาวิทยาลัยโอลาโฮมา แบบจำลอง POLYSYS พัฒนามาจากแบบจำลอง Policy Simulation (POLYSIM) และ แบบจำลอง Regional Allocation Summary System (RASS) โดยแบบจำลอง POLYSIM ใช้วิเคราะห์ผลของนโยบายที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ และนำมาเปรียบเทียบกับ Baseline สำหรับแบบจำลอง RASS เป็นแบบจำลองเชิงเส้นตรง (linear programming: LP) ใช้ประมาณการผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนโยบายเชิงเดี่ยว แบบจำลอง RASS เป็นแบบจำลองพื้นฐานด้านอุปทานทำหน้าที่ประมาณค่าพื้นที่ปลูก การผลิต ราคา ต้นทุนการผลิต ผลผลิต และอัตราการผลิตของที่ดิน ในพื้นที่ 105 เขตของสหรัฐอเมริกา ผู้พัฒนาแบบจำลอง POLYSYS ใช้ POLYSIM ในการประมาณค่าอุปสงค์และใช้ RASS สำหรับประมาณค่าการจัดสรรด้านอุปทาน โดยพัฒนาให้

แบบจำลองทั้งสองมีความเชื่อมโยงกันแต่ขณะเดียวกันก็เป็นแบบจำลองหลักที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
อัตโนมัติ

แบบจำลอง POLYSYS ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่ออธิบายผลกระทบของนโยบายพลังงาน
ของสหรัฐอเมริกาต่อภาคการเกษตร อาทิ De La Torre Ugarte and Ray (2000), Walsh et al
(2007), Westcott (2007) และ Dick et al (2009) โดยในการวิเคราะห์นั้น POLYSYS ได้ถูกประยุกต์
เพื่อหาแนวโน้มและปริมาณการผลิตวัตถุดิบชีวมวล พร้อมทั้งพืชอาหารอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบ
นอกจากนี้จะประมาณผลกระทบที่เกิดขึ้นกับที่ดิน ราคา การผลิต และรายได้ของเกษตรกร และจะนำ
ตัวแปรนโยบายทางด้านพลังงานที่มีผลกระทบต่อการผลิตพืชอาหารเข้ามาประยุกต์ในแบบจำลอง เพื่อ
วิเคราะห์หาผลที่ได้พร้อมทั้งนำมาเปรียบเทียบกับกรณีของ Baseline Model โดยผลการศึกษาต่าง
พบว่า หากอุปสงค์ของเชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้น การผลิตพืชพลังงานจะมากขึ้น ราคาพืชต่างๆเพิ่มสูงขึ้น
รายได้ของฟาร์มสุทธิจะเพิ่มขึ้นจากราคาพืชที่สูงขึ้นแต่ขณะเดียวกันการเพิ่มขึ้นของราคาพืชก็ส่งผลให้
ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินและ
โครงสร้างการผลิตในภาคเกษตร โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตพืชและการ
เคลื่อนไหวของราคาพืช โดยราคาพืชที่เพิ่มขึ้นจะสามารถชดเชยต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกที่ลดลงได้
และสุดท้ายจะทำให้ค่าใช้จ่ายในการอุดหนุนภาคการเกษตรของภาครัฐลดลง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจรูปแบบจำลองที่จัดทำขึ้น เพื่ออธิบายผลกระทบของการผลิตพืชพลังงาน
และเอทานอลในลักษณะต่างๆ จึงได้สรุปข้อมูลของแต่ละแบบจำลองไว้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง

แบบจำลอง	LEITAP	AGMEMOD	AGLINK/COSIMO	ESIM	POLES	PRIMES	FAPRI	POLYSYS
ประเภท	แบบจำลองดุลยภาพทั่วไป	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน
วัตถุประสงค์	ศึกษาผลกระทบของการค้าเป็นนโยบายพลังงานทดแทนในภาพรวม	ศึกษาผลกระทบของการบรรลุมาตรการขั้นต่ำของการอัตราส่วนผสมเชื้อเพลิงชีวภาพที่ 5.75% ในปี 2010	ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันดิบ และมาตรการด้านเชื้อเพลิงชีวภาพต่างๆ	ต้องการบรรลุเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพที่ 10% ในปี 2010 และจำกัดมาตรการกีดกันการนำเข้าเอทานอล	วางแผนอุปสงค์พลังงานในอนาคต	วางแผนอุปสงค์พลังงานในอนาคต	คาดการณ์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงนโยบายการค้าระหว่างประเทศ	ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม
พื้นที่ในการวิเคราะห์	57 ภูมิภาคทั่วโลก	ประเทศในสหภาพยุโรป 27 ประเทศเน้นสมาชิกในกลุ่ม Member state	ประเทศสมาชิก OECD	สมาชิก Member state สหภาพยุโรป	กลุ่มประเทศจำนวน 46 ประเทศ/กลุ่ม ได้แก่ สหภาพยุโรป, ประเทศกลุ่มอุตสาหกรรม และกลุ่มรวมตัวทางเศรษฐกิจ	เน้นเฉพาะประเทศในสหภาพยุโรป	สหรัฐอเมริกา จีน แคนาดา อินเดีย และสหภาพยุโรป (EU-27)	สหรัฐอเมริกา ตั้งแต่ระดับพาร์มจนถึงระดับประเทศจำนวน 305 เขต หรือ 7 ภูมิภาค

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

แบบจำลอง	LEITAP	AGMEMOD	AGLINK/COSIMO	ESIM	POLES	PRIMES	FAPRI	POLYSYS
องค์ประกอบ ของแบบจำลอง	เกิดจากการ รวมกลุ่มพลังงาน non-coal ประกอบด้วย fuel และ gas แต่ fuel จะแยก ออกเป็นดีเซล/ เบนซินและไบโเอ ทานอล	แบบจำลองอุปทาน อุปสงค์ การค้า ระหว่างประเทศ และราคา	ข้อมูลที่ได้จากการ สอบถามตัวอย่างใน ประเทศสมาชิก โดยใช้ แบบสอบถาม Medium Term Questionnaire	กลุ่มนโยบาย กลุ่ม สมการพฤติกรรม กลุ่มการเงิน กลุ่ม ค่าสัมประสิทธิ์	แบบจำลองอุปสงค์ พลังงานขั้นสุดท้าย พลังงานทดแทน พลังงานไฟฟ้า อุปทานพลังงาน ขั้นต้น	แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลอง อุปทาน อุปสงค์ และแบบจำลอง ราคา	แบบจำลองธัญญา พืช เมล็ดน้ำมัน ปศุสัตว์ นม น้ำตาล และ แบบจำลอง ประกันภัยพืชผล	แบบจำลองอุปทาน พืช อุปสงค์พืช อุปทานและอุปสงค์ ปศุสัตว์ และรายได้ ภาคการเกษตร
สินค้า, พืชพลังงาน	ใช้ข้าวสาลี น้ำตาล และเมล็ดน้ำมัน เป็นวัตถุดิบ	ธัญญาพืชและเมล็ด น้ำมัน ปัต สัม มะเขือเทศ ปศุสัตว์ และนม มันฝรั่ง น้ำมันโอเลฟ และ ยาสูบ	เมล็ดน้ำมัน เมล็ด ธัญญาพืช น้ำตาล และ ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้	ธัญญาพืช น้ำตาล เรพซีด เมล็ด ทานตะวัน และ ผลิตภัณฑ์ผลพลอย ได้	ใช้ชีวมวล 5 กลุ่ม ได้แก่ พืชพลังงาน วัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร ป่าไม้ ชีวมวลในน้ำ และ ของเสีย	พืชพลังงานที่ โดดเด่น คือ หญ้าเลี้ยงสัตว์ น้ำตาล น้ำมัน และ wood crop	ธัญญาพืช เมล็ด น้ำมัน ปศุสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม เชื้อเพลิงชีวภาพ และพืชอื่นๆ	ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์ เลย์ ข้าวสาลี ถั่ว เหลือง ฝ้าย ข้าว ถั่ว อ้อย ชูการ์บีต ถั่ว ตากแห้ง

2.3 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพ

นโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และบราซิล นับได้ว่าเป็นข้อมูลในการศึกษาถึงประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน โดยแต่ละภูมิภาคต่างก็ใช้มาตรการที่แตกต่างกัน อาทิเช่น การบริโภคหรือการออกคำสั่ง การจูงใจทางภาษี และการปกป้องการนำเข้าเพื่อส่งเสริมการผลิตภายในประเทศ รวมถึงการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Miranda, Swinbank and Yano, 2011)

ในสหภาพยุโรปนั้น มีนโยบายอย่างชัดเจนในการสนับสนุนเชื้อเพลิงชีวภาพ โดยการส่งเสริมการผลิต การใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อเป็นลดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในภาคคมนาคมมีความแตกต่างกันอย่างมากระหว่างประเทศสมาชิกในสหภาพยุโรป เช่น ในเยอรมนี ไบโอดีเซลบริสุทธิ์ปลอดภาษีจนถึงปี 2004 ทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน มีการเก็บภาษีในอัตราที่ต่ำจากการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมัน และไม่มีการเก็บค่าสัมปทานเชื้อเพลิงชีวภาพ ในสหราชอาณาจักรพบว่าในช่วงก่อนปี 2002 ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพอย่างเดียวที่ไม่มีการเก็บค่าสัมปทาน แต่ต่อมาในปี 2005 จึงได้รวมเอทานอลเข้าไปด้วย ในปี 2003 สหภาพยุโรปได้มีการกำหนดเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพรวมกัน คือ The EU Directive 2003 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศสมาชิก โดยตั้งเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพไว้ที่ร้อยละ 2 ของปริมาณน้ำมันปิโตรเลียมและไบโอดีเซลที่ใช้ในภาคคมนาคมภายในปี 2005 และร้อยละ 5.75 ภายในปี 2010 นอกจากนี้สหภาพยุโรปยังทดลองใช้มาตรการระดับฟาร์ม คือ การอนุญาตให้ปลูกพืชพลังงานในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ และจ่ายเงินอุดหนุนต่อเฮกเตอร์ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด แต่ภายหลัง 2 มาตรการนี้ก็ถูกยกเลิกไป

ปัจจุบันสหภาพยุโรปได้กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในสหภาพยุโรปภายในปี 2020 ตาม The Renewable Energy Directive 2009 ซึ่งได้กำหนดสัดส่วนขั้นต่ำของการใช้พลังงาน Renewable ไว้ที่ร้อยละ 10 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่งภายในปี 2020 ของแต่ละประเทศสมาชิก แต่ในขณะเดียวกันการดำเนินนโยบายของสหภาพยุโรปประสบความล่าช้าและยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคจากการแก้ไข ปัญหาของภาครัฐที่ไม่จริงจัง ขณะเดียวกันก็เกิดคำวิพากษ์วิจารณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น อาทิเช่น การเปลี่ยนแปลงทางอ้อมของการใช้ที่ดิน การลด GHG ได้ไม่มากนัก รวมถึงความเป็นไปได้ของการเกิดผลกระทบต่อราคาอาหาร

ในสหรัฐอเมริกา นโยบายที่เกี่ยวข้องกับเชื้อเพลิงชีวภาพส่วนใหญ่เน้นไปที่การผลิตเอทานอลจากข้าวโพด ไบโอดีเซลจากถั่วเหลือง และเชื้อเพลิงชีวภาพบางชนิดที่ได้รับการสนับสนุน เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากภาครัฐเนื่องจากราคาน้ำมันเบนซินที่สูงขึ้น และการห้ามใช้ Methyl Tertiary-Butyl Ether (MTBE) เป็นสารเพิ่มออกซิเจน เนื่องจากเกิดความกังวลเรื่องการปนเปื้อนของแหล่งน้ำผิวดิน โดยปัจจุบัน (2554) สหรัฐอเมริกานับเป็นประเทศผู้นำในการผลิตเอทานอล ซึ่งคิดเป็นปริมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณการผลิตของทั้งโลก โดยนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพของสหรัฐอเมริกามีผลกระทบอย่างมากต่อทั้งตลาดเอทานอลและตลาดข้าวโพดของโลก

มาตรการด้านนโยบายที่สหรัฐอเมริกานำมาใช้ส่งเสริมการใช้เอทานอลจากข้าวโพด คือ 1) การอุดหนุนการผลิตเอทานอล (Blenders' tax credits) โดยผู้ผลิตสามารถเรียกร้องเงินอุดหนุนสำหรับการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมันปิโตรเลียมได้ 2) การกีดกันการนำเข้า (Import tariffs) เพื่อส่งเสริมการใช้เอทานอลภายในประเทศ โดยการเก็บภาษีแบบ Ad valorem MFN tariff ในอัตราร้อยละ 2.5 และเก็บภาษีแบบ Specific tariff ในอัตรา 54 เซ็นต์ต่อแกลลอนในประเทศแถบแคริบเบียน ซึ่งภายใต้ข้อตกลงร่วมกัน ในเดือนธันวาคม 2010 ได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับการจ่ายคืนภาษีสรรพสามิต โดยจะจ่ายคืนเงินภาษีในอัตรา 45 เซ็นต์ต่อแกลลอนสำหรับเอทานอล และ 1 ดอลลาร์ต่อแกลลอนสำหรับไบโอดีเซล รวมถึงภาษี Specific tariff สำหรับการนำเข้าเอทานอล 3) การออกคำสั่ง (Mandates) The Renewable Fuel Standard (RFS) ได้ถูกกำหนดขึ้นเป็นครั้งแรกโดย The Energy Policy Act 2005 และขยายต่อเนื่องโดย The Energy Independence and Security Act 2007 ซึ่งเป็นกฎหมายเกี่ยวกับการกำหนดระดับการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพขั้นต่ำจนถึงปี 2022 ถึงแม้ว่าจะไม่มีการออกกฎหมายพิเศษเกี่ยวกับการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดก็ตาม

ในอนาคต The Renewable Fuel Standard (RFS) ได้กำหนดเป้าหมายให้ปริมาณเชื้อเพลิง Renewable เพิ่มขึ้นอย่างมีเสถียรภาพจาก 14 พันล้านแกลลอนในปี 2011 เป็น 36 พันล้านแกลลอนในปี 2022 ซึ่งในจำนวนนี้ได้รวมปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพจากเซลลูโลซิกไว้ด้วย ในระยะยาวสถานการณ์เชื้อเพลิงชีวภาพของสหรัฐอเมริกายังคงไม่แน่นอน เนื่องจากผลกระทบของการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดต่อราคาอาหารซึ่งกลายมาเป็นประเด็นการขัดแย้ง แรงกดดันที่เริ่มมีมากขึ้นเรื่อยๆ ที่ต้องการให้ยกเลิกการจ่ายเงินอุดหนุนซึ่งหนึ่งในมาตรการที่ทำให้งบประมาณขาดดุล และเกิดแรงกดดันให้ลดหรือยกเลิกการกีดกันการนำเข้า รวมถึงความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปริมาณการปล่อยก๊าซ GHG ที่ลดลงได้สุทธิจากการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ

บราซิลเป็นประเทศที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพจากอ้อย ทั้งการผลิต Hydrated ethanol และ Anhydrous alcohol การพัฒนาของอุตสาหกรรมเอทานอลในบราซิลเริ่มตั้งแต่ปี 1933 โดย The Institute of Sugar and Alcohol (IAA) ได้ถูกก่อตั้งขึ้นต่อมาในปี 1975 The National Program of Alcohol (Proalcool) ได้ส่งเสริมการผลิตพลังงานภายในประเทศและลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียม Proalcool ทำหน้าที่สนับสนุนผู้ผลิตเอทานอลและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเอทานอลมากกว่า 15 ปี อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในบราซิลได้ดำเนินการมากกว่า 30 ปี ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวบราซิลประสบกับอุปสรรคจำนวนมาก กว่าที่จะได้รับความสำเร็จเช่นในปัจจุบัน กรณีของบราซิลได้กลายเป็นตัวอย่างในการพัฒนาในหลายๆประเทศ ความพยายามของรัฐบาลบราซิลที่ใช้นโยบายและมาตรการต่างๆ อย่างจริงจัง แสดงให้เห็นถึงความพยายามและความต่อเนื่องที่จะสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมเอทานอลอย่างแท้จริง มาตรการที่สำคัญของภาครัฐ คือ การออกคำสั่งเกี่ยวกับการผสม Anhydrous ethanol กับน้ำมันเบนซิน ซึ่งตั้งแต่วันที่ 1990 สัดส่วนการผสมเอทานอลกับน้ำมันเบนซินถูกกำหนดอยู่ที่ร้อยละ 20-25 และอีกหนึ่งมาตรการที่สำคัญคือ การเก็บค่าบริการน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเอทานอลได้รับการยกเว้น โดยการจัดเก็บค่าบริการมีอัตราการจัดเก็บที่แตกต่างกัน เพื่อต้องการลดผลกระทบของราคาน้ำมันในตลาดโลกที่มีต่อตลาดพลังงานภายในประเทศ ในอนาคتبราซิลยังได้พิจารณาความเป็นไปได้ในการขยายการผลิตเอทานอลจากน้ำตาล แม้ว่าเส้นทางของการขยายการผลิตจะได้รับอิทธิพลจากราคาพลังงานและการจัดหาแหล่ง

เงินทุน เอทานอลจากน้ำตาลมีความแตกต่างจากเอทานอลที่ผลิตจากข้าวโพด ซึ่งการใช้ข้าวโพดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อราคาอาหาร แต่การใช้น้ำตาลเป็นวัตถุดิบจะมีปัญหาที่เกี่ยวข้องน้อยกว่า

นโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพในทั้ง 3 ประเทศที่กล่าวล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการกำหนดทิศทางของตลาดเอทานอลโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา สำหรับบราซิลมีความได้เปรียบในการส่งออกเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ถึงแม้จะต้องเผชิญกับมาตรการกีดกันการนำเข้าก็ตาม ก้าวต่อไปของเชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกายังมีการถกเถียงถึงผลประโยชน์ที่ได้จากการนำพืชอาหารมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และเกิดความกังวลเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการดำเนินนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพในปัจจุบันซึ่งมีอนาคตที่ไม่แน่นอน

2.4 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการปลูกพืชพลังงาน

สำหรับในประเทศไทย นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร พร้อมทั้งนโยบายส่งเสริมการใช้พลังงานชีวภาพได้ถูกพัฒนาและปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์และความเป็นไปได้ในการผลิต แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณการผลิตเอทานอลและไบโอดีเซลในปัจจุบันยังคงมีปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของภาครัฐ อันเนื่องมาจากอุปสรรคทางด้านอุปทาน และความจำกัดของอุปสงค์

โดยสถานการณ์ทางด้านอุปทานของพืชพลังงาน 4 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ปาล์มน้ำมัน และสบู่ดำ มีดังนี้คือ

มันสำปะหลัง ประเทศไทยอยู่อันดับ 1 ใน 4 ของประเทศผู้ผลิตมันสำปะหลังรายใหญ่ของโลก และเป็นประเทศผู้ส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังอันดับหนึ่งของโลก ครองส่วนแบ่งการตลาดประมาณร้อยละ 85 ประเทศนำเข้าที่สำคัญของไทย คือ ประเทศจีนนำเข้ามันเส้น สหภาพยุโรปนำเข้ามันอัดเม็ด ด้านสถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังภายในประเทศ ค่อนข้างผันผวนตามความแปรปรวนของราคามันสำปะหลัง และสภาพอากาศ ทั้งนี้ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ของไทยอยู่ที่ 3,375 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งยังสูงกว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของโลกที่ 1,920 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตมันสำปะหลังขึ้นอยู่กับการใช้ปุ๋ย และพันธุ์ที่ดี จากการผลิตที่ผ่านมา เกษตรกรใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม เช่น การใช้ท่อนพันธุ์ที่ไม่มีคุณภาพ และขาดการใส่ปุ๋ยบำรุงดิน หรือการปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ รวมทั้งการปลูกมันสำปะหลังซ้ำๆ ในพื้นที่เดิมโดยไม่มีการปรับปรุงบำรุงดิน ทำให้ดินชั้นล่างถูกบีบอัดจนกลายเป็นดินดาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงได้ตั้งคณะกรรมการนโยบายมันสำปะหลังขึ้น เพื่อทำหน้าที่กำหนดทิศทาง ยุทธศาสตร์และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลัง ให้มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้น 5 ตันต่อไร่ โดยมีวิธีการส่งเสริมเกษตรกรทำการปรับปรุงดิน มีการถ่ายทอดองค์ความรู้ให้เกษตรกรแบบมีส่วนร่วม ได้แก่ การจัดกิจกรรมการถ่ายทอดความรู้ โดยเน้นการเรียนรู้ตั้งแต่การใช้พันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ การปลูก การเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว รวมถึงมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่และลดต้นทุนการผลิต จากสภาพปัญหาการชะล้างหน้าดินในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ทำให้ผลผลิตมันสำปะหลังค่อนข้างต่ำ แต่ศักยภาพการผลิตของเกษตรกรยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ ดังนั้นกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยกรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน และกรมวิชาการเกษตร ร่วมกับศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ ใช้รูปแบบการไถพื้นที่ขวางแนวลาดชันปลูกพืชเป็นแถบด้วยหญ้าแฝก อ้อยเคี้ยว พักเขียว ข้าวโพดหวาน และถั่ว

ลิสงแซมระหว่างแถวของต้นมันสำปะหลัง นอกจากนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ร่วมกับกระทรวงพาณิชย์ ได้ดำเนินโครงการพัฒนามันสำปะหลังเป็นโครงการนำร่อง โดยจัดทำโครงการจัดระบบพิเศษ เฉพาะพื้นที่มันสำปะหลัง ปี 2550/51 ในพื้นที่อำเภอศรีนคร อำเภอสว่าง จังหวัดนครราชสีมา อำเภอปะคำ อำเภอโนนสุวรรณ และอำเภอหนองกี่ จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นจุดนำร่องในการจัดระบบการผลิต ให้สอดคล้องกับการตลาด มีเป้าหมายเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของเกษตรกรจาก 3.1-3.5 ตันต่อไร่ เป็น 4-4.5 ตันต่อไร่ ภายใน 3 ปี

อ้อย ผลผลิตอ้อยของประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องในช่วง 10 ปี โดยปริมาณการผลิตอ้อยในปี พ.ศ. 2540/41 เท่ากับ 42.2 ล้านตันเพิ่มขึ้นเป็น 63.8 ล้านตันในปี พ.ศ. 2549/50 ซึ่งผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของอ้อยจะสูงหรือต่ำต่างกันตามปริมาณน้ำฝนในแต่ละปี โดยในพื้นที่น้ำฝนจะได้ผลผลิตไร่ละประมาณ 9-10 ตัน ในขณะที่พื้นที่ชลประทานผลิตได้ถึง 16-18 ตันต่อไร่ ขณะเดียวกัน แนวโน้มของต้นทุนการผลิตอ้อยก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จัดทำยุทธศาสตร์พัฒนาการผลิตอ้อยโรงงานขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิตอย่างเร่งด่วน เพื่อให้อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายสามารถแข่งขันในตลาดโลกและสร้างความมั่นคงและมั่นคงในอาชีพให้กับเกษตรกรโดยกำหนดแนวทางการดำเนินงานโครงการต่างๆ ได้แก่ โครงการพัฒนาระบบชลประทานโดยให้พื้นที่ปลูกอ้อยได้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 18 ตันต่อไร่ จำนวน 2 ล้านไร่ในพื้นที่ชลประทาน โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต เพื่อเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของอ้อยในเขตพื้นที่น้ำฝนให้ได้ไร่ละไม่ต่ำกว่า 12 ตัน โดยผลิตพันธุ์หลักและพันธุ์ขยาย ในเวลา 3 ปี จำนวนพื้นที่ 81,000 ไร่ เพื่อให้เกษตรกรปลูกในพื้นที่ 810,000 ไร่ โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตอ้อย เพื่อศึกษาวิจัยและพัฒนาพันธุ์อ้อยพันธุ์และเทคโนโลยีการปลูกอ้อยที่เหมาะสมกับพื้นที่ภาคต่างๆ รวมทั้งวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลในไร่อ้อย เพื่อลดต้นทุนการผลิต

สำหรับการดำเนินงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปัจจุบันได้มีนโยบายเรื่องการจัดการพืชอาหารพลังงาน ได้แก่ ข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และปาล์มน้ำมัน โดยมีนโยบายเน้นรักษาพื้นที่สำหรับปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง และให้ขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน ซึ่งพืชทั้ง 3 ชนิด ปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต โดยเพิ่มผลผลิตต่อไร่ด้วยการใช้พันธุ์ดี และการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี ซึ่งได้กำหนดพื้นที่ปลูกพืชพลังงานไว้ดังนี้ อ้อยโรงงานให้คงพื้นที่ 6 ล้านไร่ โดยกำหนดพื้นที่ปลูกสำหรับพืชพลังงาน 0.55 ล้านไร่ มันสำปะหลัง คงพื้นที่ 7.4 ล้านไร่ โดยกำหนดพื้นที่ปลูกสำหรับพืชพลังงาน 0.54 ล้านไร่ และปาล์มน้ำมัน จะขยายพื้นที่จาก 3 ล้านไร่เป็น 5.5 ล้านไร่ในเขตนาร้าง ไร่ร้าง และพื้นที่เสื่อมโทรม โดยกำหนดพื้นที่ปลูกพืชพลังงานไว้ที่ 1.65 ล้านไร่

2.5 การประยุกต์แนวคิดจากการตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากผลการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาทั้งหมดนั้น สามารถนำมาประยุกต์และปรับปรุงเพื่อใช้ในการศึกษาในครั้งนี้โดยจัดหมวดหมู่และสรุปผลได้ดังนี้คือ

ด้านการศึกษาถึงผลกระทบต่อภาคการเกษตร พบว่าการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลกระทบต่อภาคเกษตร ทั้งในด้านของการจัดสรรการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน ราคาพืช ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ รายได้ของเกษตรกร ซึ่งเป็นผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตร ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จะนำปัจจัยทางด้าน ที่ดินภาคการเกษตร ผลผลิตพืชพลังงานและพืชอาหารที่

เกี่ยวข้อง ราคาพืช ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ และรายได้ของเกษตรกร เป็นตัวแปรหลักที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

ด้านแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา พบว่าในหลายแบบจำลองและในหลายภูมิภาคที่นำแบบจำลองมาวิเคราะห์เพื่อหาผลกระทบของนโยบายการผลิตพืชพลังงานต่อเศรษฐกิจของแต่ละพื้นที่พบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่เป็นลักษณะเชิงพลวัต โดยเป็นการวิเคราะห์ดุลยภาพบางส่วนหรือดุลยภาพทั้งหมด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ของแบบจำลอง โดยแบบจำลองจะนำมาประยุกต์กับพืชอาหารและพืชพลังงานเป็นหลัก ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้จะนำแนวคิดของการพัฒนาแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยองค์ประกอบทางด้านอุปสงค์และอุปทานของพืชพลังงาน โดยจะพยากรณ์แนวโน้มความต้องการใช้พืชพลังงานทั้งในกรณีปกติ และกรณีตามอุปสงค์เอทานอลในอนาคต และนำมาเป็นกรอบการวางแผนการจัดสรรปัจจัยและตัวแปรต่างๆ ทางด้านอุปทาน โดยวางกรอบของแบบจำลองเป็น 2 ส่วน คือแบบจำลองมหภาค โดยใช้การวิเคราะห์เชิงพลวัต เพื่อศึกษาการจัดสรรปัจจัยการผลิตหลักในแต่ละช่วงเวลา ภายใต้ข้อจำกัดของปัจจัยการผลิต และ แบบจำลองจุลภาค โดยใช้วิเคราะห์และศึกษาผลกระทบต่อภาคการเกษตร ในรูปของดุลยภาพบางส่วนของพืชอาหารและพืชพลังงาน เพื่อหาผลกระทบที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบการจัดสรรที่เป็นผลมาจากการศึกษาในระดับมหภาค

ด้านนโยบายและมาตรการของภาครัฐ ผลการตรวจเอกสารพบว่านโยบายและมาตรการเป็นส่วนที่มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน เช่น การอุดหนุนการปลูกเพื่อเพิ่มปริมาณอุปทานพืชพลังงาน การลดภาษีการใช้พลังงานชีวภาพ รวมถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีของรถยนต์ให้รองรับการใช้พลังงานชีวภาพอย่างสมบูรณ์เพื่อเพิ่มอุปสงค์ของพืชพลังงาน การใช้นโยบายเพื่อเพิ่มอุปทานและอุปสงค์ไปพร้อมๆ กันจะส่งผลให้เกิดความต่อเนื่องและยั่งยืนในการพัฒนาพลังงานทดแทนจากภาคเกษตร แต่อุปสรรคที่สำคัญคือประเด็นของความขัดแย้งระหว่างการใช้ปัจจัยการผลิตทางภาคเกษตรเพื่อผลิตพืชพลังงานแทนพืชอาหาร ซึ่งส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารในหลายๆ พื้นที่ ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวโน้มนโยบายที่จะช่วยสร้างสมดุลในการผลิตและการใช้เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของการพัฒนาพลังงานจากชีวภาพของประเทศไทย โดยนำนโยบายของภาครัฐที่มีอยู่ และแนวคิดทางด้านนโยบายของต่างประเทศที่ประสบความสำเร็จ มาเป็นตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ในระดับมหภาคเพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งผลกระทบที่จะตามมาของการใช้นโยบาย

2.6 กรอบแนวคิดในการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรของไทย โดยจัดทำกรอบแนวคิดเป็นลำดับขั้น (อธิบายดังภาพที่ 2.1) ดังนี้คือ

- 1) ศึกษาถึงการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทยที่ผ่านมาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในภาคเกษตร ต่อปัจจัยการผลิตและราคาพืช เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองให้เกิดความสมบูรณ์
- 2) ศึกษาจากกรณีประสบการณ์ที่ผ่านมาของประเทศผู้ผลิตพืชพลังงานที่สำคัญ อาทิ สหรัฐอเมริกา บราซิล และยุโรป เป็นต้น เพื่อนำแนวคิดในการศึกษาผลกระทบที่มีต่อภาคเกษตรมาประยุกต์ใช้และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมกับประเทศไทย

ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน

3) นำผลการศึกษาที่ได้มาวิเคราะห์ สร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประมาณผลที่จะเกิดขึ้นต่อไปในอนาคตและเพื่อวางแผนการจ้ดสรรการใช้ปัจจัยและทรัพยากรของประเทศให้เกิดความสมดุล โดยองค์ประกอบของแบบจำลองมีโครงสร้างดังต่อไปนี้คือ

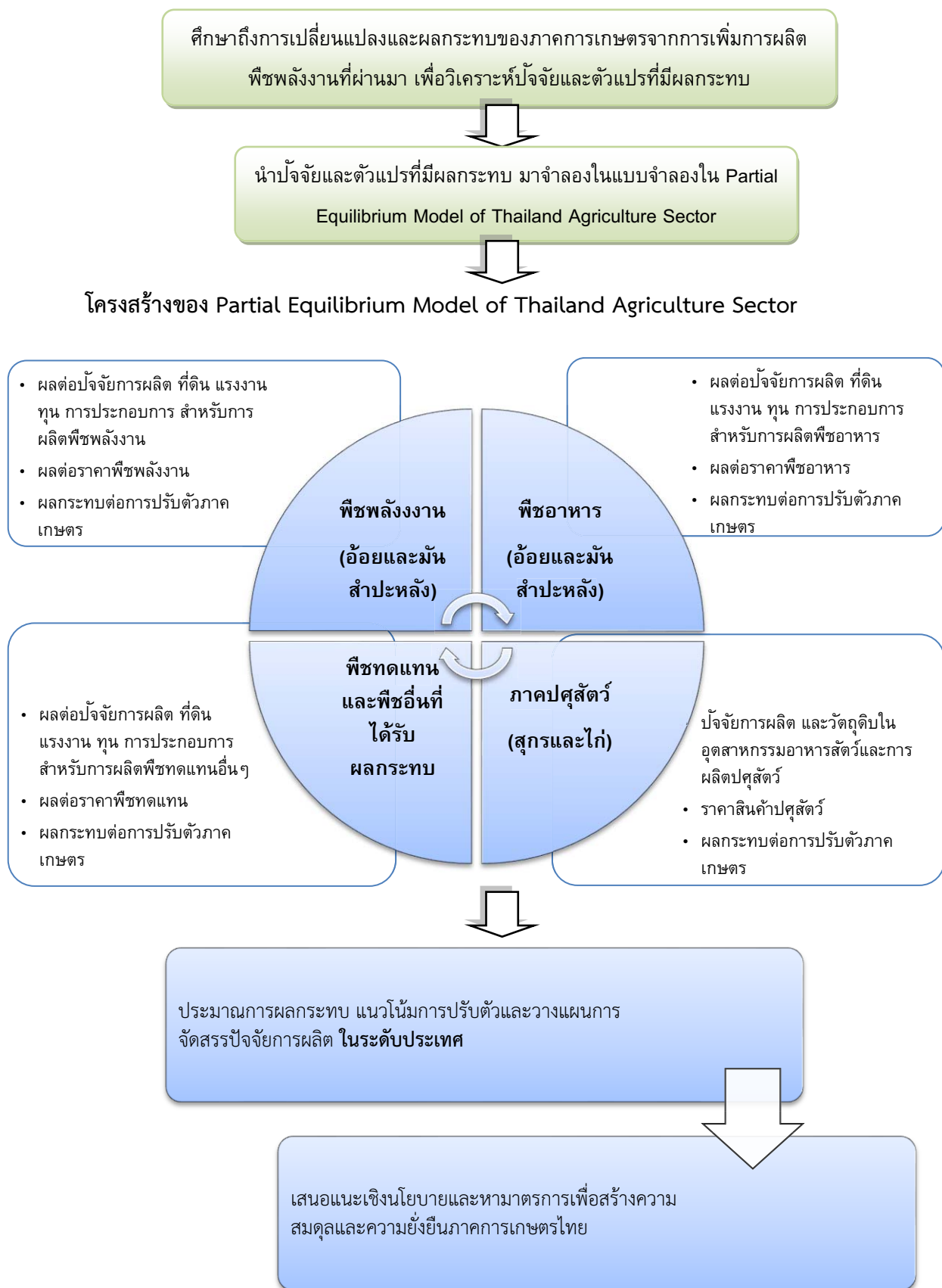
3.1) องค์ประกอบของสินค้าเกษตร โดยแบ่งเป็น พืชพลังงาน (อ้อยและมันสำปะหลัง) พืชอาหารที่ได้รับผลกระทบ (ข้าวโพด ถั่วเหลือง และพืชทดแทนอื่น)

3.2) ระดับของพืชและสินค้าเกษตรที่ได้รับผลกระทบ ในระดับประเทศ

3.3) ระดับของผลกระทบต่อปัจจัยและต้นทุนการผลิตทางการเกษตร คือ ที่ดิน ต้นทุนการผลิต การจ้างงานและราคาสินค้าเกษตร

4) วิเคราะห์ผลจากแบบจำลองและศึกษาแนวโน้มการปรับตัวของภาคการเกษตรไทย เพื่อเสนอแนะเชิงนโยบายและหามาตรการเพื่อสร้างความสมดุลและความยั่งยืนให้เกิดประชากรและภาคการเกษตรไทย

ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector



ภาพที่ 2.1 (ต่อ)

การคาดการณ์อุปสงค์พลังงาน

เพื่อให้ได้ค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนของอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายในการจำแนกเป็นอุปสงค์พีชพลังงาน จึงได้คัดเลือกแบบจำลองต่างๆ ที่มีการพยากรณ์ค่าเคลื่อนน้อยที่สุด ในการศึกษาจะใช้ค่าพยากรณ์จากผลการศึกษาของบัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและคณะ (2550) มาใช้เป็นค่าตั้งต้นสำหรับคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ต่อไป

การคาดการณ์อุปสงค์พลังงานจะอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลการใช้พลังงานที่ผ่านมาในอดีต โดยการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานจากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต และการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร (Multiple regression analysis)

3.1 การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานจากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะได้ทำการทบทวนวรรณกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานที่ผ่านมาในอดีต และคัดเลือกผลการศึกษาจากวิธีใดวิธีหนึ่งที่ดีที่สุดมาใช้ประโยชน์ โดยได้คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเปรียบเทียบข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น การคำนวณค่าผิดพลาด การเปรียบเทียบค่าผิดพลาดของแต่ละผลพยากรณ์ รวมถึงการคัดเลือกผลพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนอุปสงค์พลังงานของประเทศไทย ผลการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานจากงานวิจัยที่ผ่านมาดังนี้

Trisarn (2001) ได้คาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตของอุปสงค์พลังงานในทุกๆ 5-6 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ.2001-2030 เท่ากับ 4, 5, 3, 4, 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ต่อมา Asia Pacific Energy Research Centre (2006) ประเมินการณ์อุปสงค์พลังงานเบื้องต้นมีอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ 4.6 ต่อปีในช่วงปี ค.ศ.2002-2030 ด้านสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2554) คาดการณ์ว่าอุปสงค์พลังงานของไทยจะเติบโตด้วยอัตราร้อยละ 3.9 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ.2554-2574 ภายใต้สมมติฐานว่าเศรษฐกิจของไทยขยายตัวในระดับปานกลาง และบัณฑิต ลิ้มมีโชค

ชัยและคณะ (2550) คาดการณ์ว่าอุปสงค์พลังงานภายในประเทศจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.1 ต่อปีในกรณีที่มีการประหยัดพลังงาน และร้อยละ 5.5 ต่อปีในกรณีปกติในช่วงปี พ.ศ.2549-2559

3.2 การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร

งานวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่ผ่านมา ได้แก่ งานวิจัยของ Geem and Roper (2009) ซึ่งทำการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศเกาหลีใต้ ได้จัดสร้างตัวแปรประกอบด้วยผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ประชากร ปริมาณการค้า เป็นต้น โดยมีสมการแบบจำลอง 3 ส่วน คือ Multiple linear regression, Exponential model และ FF-BP-ANN model สำหรับการสร้างแบบจำลองอุปสงค์พลังงานของไทย ในการวิจัยนี้ ก็ได้กำหนดตัวแปรในลักษณะเดียวกัน เพื่อการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานดังสมการที่ (1)

$$\text{Con_final}_t = f(\text{GDP}_t, \text{POP}_t, \text{Export}_t, \text{Import}_t) \quad (3.1)$$

กำหนดให้	Con_final_t	คือ ปริมาณการบริโภคพลังงานขั้นสุดท้ายในปีที่ t
	GDP_t	คือ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศในปีที่ t
	POP_t	คือ จำนวนประชากรในประเทศในปีที่ t
	Export_t	คือ ปริมาณการส่งออกสินค้าทั้งหมดในปีที่ t
	Import_t	คือ ปริมาณการนำเข้าสินค้าทั้งหมดในปีที่ t

ผลของสมการที่ประมาณค่าได้ แสดงดังสมการที่ (3.2)

$$\text{Con_final}_t = -238945.65 + 3.84\text{GDP}_t + 4448.28\text{POP}_t - 5.72\text{Export}_t + 2.79\text{Import}_t + 0.78\text{Con_final}_{t-1} \\ (-3.4088)^{**} \quad (2.2554)^* \quad (4.1314)^{**} \quad (-3.1841)^{**} \quad (2.4998)^* \quad (4.7610)^{**} \quad (3.2)$$

ค่า R-square = 0.9926

ค่า Adjusted R-square = 0.9906

ค่า F-Statistic = 509.8949

ค่า S.E. of regression = 1353.62

ค่า Durbin-Watson Stat = 1.6147

n = 26

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ คือ ค่า t- statistic

** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

* หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากสมการที่ (3.2) พบว่า ตัวแปรอิสระในสมการสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้ร้อยละ 99.26 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 0.74 เป็นอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ ค่า Adjusted R-squared เท่ากับร้อยละ 99.06 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระ

หลังจากปรับค่าด้วยจำนวนตัวอย่าง และตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความ ต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากวิธีการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานในทั้ง 2 วิธี จำเป็นต้องทำการเลือกค่าพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนของอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายในการจำแนกเป็นอุปสงค์พลังงานย่อยต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำมันเชื้อเพลิง จึงต้องทำการตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ด้วยการคำนวณหาค่า Root mean square error (RMSE) แบบจำลองที่ให้ค่า RMSE น้อยที่สุด จะให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแม่นยำและมีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ผลการตรวจสอบค่า RMSE พบว่าค่าพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยแบบจำลอง Multiple linear regression และค่าพยากรณ์จากผลการศึกษาของบัณฑิต ลีมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงานมีค่า RMSE เท่ากับ 1627.13 และ 1635.32 แต่เนื่องจากแบบจำลอง Multiple linear regression ใช้จำนวนตัวอย่างมากกว่าแบบจำลองของบัณฑิต ลีมีโชคชัยและคณะ (2550) ซึ่งจำนวนตัวอย่างมีผลต่อค่าคลาดเคลื่อน กล่าวคือจำนวนตัวอย่างยิ่งมาก ยิ่งทำให้ค่าคลาดเคลื่อนลดลง ดังนั้นหากจำนวนตัวอย่างของทั้ง 2 แบบจำลองเท่ากัน ค่า RMSE ของแบบจำลองของบัณฑิต ลีมีโชคชัยและคณะ (2550) จะยังมีค่าน้อยกว่า ดังนั้นค่าพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลองของบัณฑิต ลีมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงาน จึงมีความเหมาะสมในการใช้เป็นค่าตั้งต้นสำหรับคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ต่อไป

ตารางที่ 3.1 ผลการคำนวณหาอุปสงค์พลังงานด้วยอัตราการเจริญเติบโตที่ได้จากงานวิจัยต่างๆ

(หน่วย: Ktoe)

ปี	แบบจำลองถดถอย เชิงเส้นตรงหลาย ตัวแปร	Ttrisarn (2001)	Asia Pacific Energy Research Centre (2006)	สำนักงานนโยบาย และแผนพลังงาน (2554)	บันทึก ล้อมโซ่ และคณะ (2550) กรณีปกติ	บันทึก ล้อมโซ่ และคณะ (2550) กรณีประหยัด พลังงาน
2529	-	12,436.00	12,436.00	12,436.00	12,436.00	12,436.00
2530	13,924.43*	14,137.00	14,137.00	14,137.00	14,137.00	14,137.00
2531	16,229.57*	16,020.00	16,020.00	16,020.00	16,020.00	16,020.00
2532	18,837.99*	19,059.00	19,059.00	19,059.00	19,059.00	19,059.00
2533	21,059.81*	21,710.00	21,710.00	21,710.00	21,710.00	21,710.00
2534	23,376.66*	23,209.00	23,209.00	23,209.00	23,209.00	23,209.00
2535	26,004.44*	25,514.00	25,514.00	25,514.00	25,514.00	25,514.00
2536	28,983.02*	28,939.00	28,939.00	28,939.00	28,939.00	28,939.00
2537	31,825.15*	32,549.00	32,549.00	32,549.00	32,549.00	32,549.00
2538	34,993.74*	36,768.00	36,768.00	36,768.00	36,768.00	36,768.00
2539	38,160.38*	40,545.00	40,545.00	40,545.00	40,545.00	40,545.00
2540	38,403.89*	41,623.00	41,623.00	41,623.00	41,623.00	41,623.00
2541	36,682.23*	37,582.00	37,582.00	37,582.00	37,582.00	37,582.00
2542	40,268.76*	38,847.00	38,847.00	38,847.00	38,847.00	38,847.00
2543	41,022.71*	39,296.00	39,296.00	39,296.00	39,296.00	39,296.00
2544	43,931.16*	42,663.62*	40,848.00	40,848.00	40,848.00	40,848.00
2545	46,900.96*	44,370.16*	43,915.00	43,915.00	43,915.00	43,915.00
2546	48,937.85*	46,144.97*	46,543.00	46,543.00	46,543.00	46,543.00
2547	50,896.10*	47,990.77*	51,155.00	51,155.00	51,155.00	51,155.00
2548	53,475.37*	49,910.40*	52,237.00	52,237.00	52,237.00	52,237.00
2549	53,965.97*	50,908.61*	52,206.28*	51,911.00	51,911.00	51,911.00
2550	54,529.56*	51,926.78*	54,607.77*	54,305.00	54,766.11*	54,039.35*
2551	56,782.85*	52,965.32*	57,119.72*	54,948.00	57,778.24*	56,254.96*
2552	58,201.44*	54,024.62*	59,747.23*	56,565.00	60,956.04*	58,561.42*
2553	59,137.32*	55,105.11*	62,495.60*	59,477.00	64,308.63*	60,962.44*
2554	59,231.88*	56,758.27*	65,370.40*	61,138.00	67,845.60*	63,461.90*
2555	59,633.01	58,461.02	68,377.44	63,522.38	71,577.11	66,063.83
2556	60,771.59	60,214.85	71,522.80	65,999.75	75,513.85	68,772.45
2557	62,554.93	62,021.29	74,812.85	68,573.75	79,667.11	71,592.12
2558	63,755.00	63,881.93	78,254.24	71,248.12	84,048.80	74,527.40
2559	65,102.35	66,437.21	81,853.94	74,026.80	88,671.49	77,583.02
2560	66,298.97	69,094.70	85,619.22	76,913.84	93,548.42	80,763.93
2561	67,576.29	71,858.48	89,557.70	79,913.48	98,693.58	84,075.25
2562	69,503.18	74,732.82	93,677.36	83,030.11	104,121.73	87,522.33
2563	70,852.09	77,722.14	97,986.52	86,268.28	109,848.42	91,110.75
2564	72,353.97	79,276.58	102,493.90	89,632.75	115,890.09	94,846.29
RMSE	1627.13	4433.17	5207.71	-	4378.14	1635.32

หมายเหตุ: * ทำให้อุปสงค์พลังงาน คือ ค่าพยากรณ์ที่ใช้ในการคำนวณค่า Root mean square error (RMSE)

ที่มา : จากการคำนวณ

3.3 การคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิง

การคาดการณ์ค่าอุปสงค์ของน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล แก๊สโซฮอล์ เอทานอล และไบโอดีเซลในอนาคต ในที่นี้จะใช้ค่าพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของบัณฑิต ลิมมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงานที่ได้เลือกไว้ในข้างต้น เป็นค่าตั้งต้นในการคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิง โดยค่าคาดการณ์อุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายของบัณฑิต ลิมมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงาน แสดงดังตารางที่ 3.1

การคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงจะขึ้นอยู่กับอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายที่ได้คาดการณ์ไว้ข้างต้น เริ่มจากการคำนวณสัดส่วนปริมาณการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ แสดงดังตารางที่ 3.2 โดยสัดส่วนการใช้เอทานอลต่อปริมาณพลังงานขั้นสุดท้ายในปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 0.64 และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนดังกล่าวในช่วงปี 2550-2554 พบว่าสัดส่วนการใช้เอทานอลจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.08 ต่อปี ขณะที่สัดส่วนการใช้น้ำมันเบนซิน 91, 95 ต่อพลังงานขั้นสุดท้ายลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.93 ต่อปี และสัดส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ต่อพลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.78 ต่อปี จากนั้นจะทำการคาดการณ์สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปี 2555-2564 โดยใช้สัดส่วนในปี 2554 เป็นสัดส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงตั้งต้นในการคาดการณ์ โดยกำหนดให้สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงเท่ากับค่าเฉลี่ยผลต่างสัดส่วนในแต่ละชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง

ตารางที่ 3.2 การคำนวณค่าสัดส่วนปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อพลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด

ปริมาณการใช้ (Ktoe)	2550	2551	2552	2553	2554	
พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	54,305	54,948	56,565	59,477	61,138	
น้ำมันเบนซิน	6,309	6,106	6,470	6,378	6,305	
น้ำมันเบนซิน 91,95	4,793	3,197	2,626	2,609	3,112	
น้ำมันแก๊สโซฮอล์	1,515	2,916	3,844	3,769	3,607	
เอทานอล	165	289	330	335	393	
สัดส่วนปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อพลังงานขั้นสุดท้าย				ค่าเฉลี่ยผลต่างสัดส่วน		
น้ำมันเบนซินต่อพลังงานขั้นสุดท้าย	11.62	11.11	11.44	10.72	10.31	-0.33
น้ำมันเบนซิน 91,95 ต่อพลังงานขั้นสุดท้าย	8.83	5.82	4.64	4.39	5.09	-0.93
น้ำมันแก๊สโซฮอล์ต่อพลังงานขั้นสุดท้าย	2.79	5.31	6.80	6.34	5.90	0.78
เอทานอลต่อพลังงานขั้นสุดท้าย	0.30	0.53	0.58	0.56	0.64	0.08

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2555) และกรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2555)

ผลการคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงแสดงดังตารางที่ 3.3 พบว่า ปริมาณความต้องการใช้เอทานอลในปี 2555 เท่ากับ 534.73 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Ktoe) เพิ่มขึ้น 1,532.69 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (Ktoe) ในปี 2564 สอดคล้องกับแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นและในขณะเดียวกันปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 91,95 จะลดลงจนเป็นศูนย์ภายในปี 2560

ตารางที่ 3.3 ค่าคาดการณ์ของอุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564 ของกรณีสัดส่วนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายคงที่

(หน่วย: Ktoe)

ปี	อุปสงค์พลังงาน	น้ำมันเบนซิน	น้ำมันเบนซิน 91,95	แก๊สโซฮอล์	เอทานอล (ที่ใช้ผสม)
2555	63,644.66	6,900.76	2,648.53	4,252.23	534.73
2556	66,254.09	7,084.31	2,140.95	4,943.36	618.29
2557	68,970.51	7,271.31	1,587.31	5,684.00	707.80
2558	71,798.30	7,461.73	984.66	6,477.07	803.61
2559	74,742.03	7,655.55	329.93	7,325.62	906.08
2560	77,806.45	8,232.86	0	8,232.86	1,015.61
2561	80,996.52	9,202.18	0	9,202.18	1,132.59
2562	84,317.37	10,237.15	0	10,237.15	1,257.47
2563	87,774.38	11,341.51	0	11,341.51	1,390.67
2564	91,373.13	12,519.22	0	12,519.22	1,532.69

หมายเหตุ: น้ำมันเบนซินเท่ากับผลรวมของน้ำมันเบนซิน 91,95 และแก๊สโซฮอล์
ที่มา : จากการคำนวณ

3.4 การคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันสำหรับน้ำอ้อย และกากน้ำตาล

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลส่วนใหญ่ คือ กากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล รองลงมาคือ น้ำมันสำหรับน้ำอ้อย ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกากน้ำตาล และล่าสุดได้เริ่มใช้น้ำอ้อยในการผลิตเอทานอลเมื่อปี 2552 ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากอ้อยโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการผลิตน้ำตาล ที่ผ่านมากการผลิตเอทานอลในประเทศไทยนิยมใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลัก โดยในปี 2549 เอทานอลประมาณร้อยละ 90 ผลิตมาจากกากน้ำตาล แต่เมื่อคิดเป็นสัดส่วนการใช้ประโยชน์กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 ของปริมาณกากน้ำตาลที่ประเทศไทยผลิตได้ แสดงให้เห็นว่า การผลิตเอทานอลของไทยพึ่งพาการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบสูง แต่ในขณะเดียวกัน กากน้ำตาลก็ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม การใช้น้ำมันสำหรับน้ำอ้อยก็เริ่มเข้ามามีบทบาทในการผลิตเอทานอลมากขึ้นในภายหลัง ทำให้สัดส่วนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลค่อยๆ ลดลงเหลือร้อยละ 70 ในปี 2554 และสัดส่วนเอทานอลจากน้ำมันสำหรับน้ำอ้อยคิดเป็นร้อยละ 27 และร้อยละ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

การคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันสำหรับน้ำอ้อย และกากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลในช่วงปี 2555-2564 จะใช้สัดส่วนการใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลในปี 2554 เป็นสัดส่วนตั้งต้นในการคาดการณ์อุปสงค์วัตถุดิบ หลังจากนั้นสัดส่วนการใช้จะค่อยๆ ปรับตัวเข้าหากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ดังที่ได้ตั้งเป็นสมมติฐาน โดยมีข้อสมมติว่าปริมาณกากน้ำตาลนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตอ้อย ซึ่งได้คาดการณ์ไว้แล้วในผลการศึกษานโยบายที่ 5 หลังจากนั้นนำแนวโน้มผลผลิตอ้อย มาคำนวณหาปริมาณ

กากน้ำตาลที่จะเป็นไปได้ และกำหนดกรณีสัดส่วนวัตถุดิบเอทานอล โดยเฉพาะกรณีของกากน้ำตาลให้เป็นไปได้ภายใต้แนวโน้มของผลผลิตอ้อยในอนาคต ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุดตามกรณีที่ 1 ดังตารางที่ 3.4 ดังนั้นการผลิตเอทานอลจึงขึ้นอยู่กับศักยภาพของการใช้วัตถุดิบจากมันสำปะหลังมากขึ้น และใช้ประโยชน์จากอ้อยในการผลิตเอทานอลโดยตรง

การศึกษานี้ได้สร้างกรณีจำลองออกเป็น 2 กรณี โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ของการใช้วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดในการผลิตเอทานอล และการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล โดยใช้สัดส่วนมันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาลเริ่มต้นเท่ากับ 27:3:70 หลังจากนั้นจะทำการเพิ่มสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังและน้ำอ้อย และลดสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลจนเข้าใกล้กับสัดส่วนเป้าหมายของแต่ละกรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลเท่ากับ 40:20:40 ในปี 2564

เป็นกรณีที่คาดการณ์ว่า ปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27 ในปี 2554 เป็นร้อยละ 40 ในปี 2564 และสัดส่วนน้ำอ้อยจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 20 แต่สัดส่วนกากน้ำตาลจะลดลงจากร้อยละ 70 เหลือร้อยละ 40 ซึ่งสัดส่วนการใช้วัตถุดิบใหม่นี้ ปริมาณการใช้หัวมันสด และน้ำอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราร้อยละ 1.44 และ 1.89 ต่อปี ตามลำดับ และความต้องการใช้กากน้ำตาลจะลดลงด้วยอัตราร้อยละ 3.33 ต่อปี ผลของค่าประมาณกรณีที่ 1 แสดงดังตารางที่ 3.4

กรณีที่ 2 ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลเท่ากับ 50:20:30 ในปี 2564

เป็นกรณีที่คาดการณ์ว่า ปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกันกับกรณีที่ 1 โดยได้เพิ่มอัตราการเปลี่ยนแปลงเพื่อสะท้อนถึงการขยายตัว/ลดลงของการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิด โดยกำหนดให้ปริมาณการใช้หัวมันสด และน้ำอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราร้อยละ 2.56 และ 1.89 ต่อปี ตามลำดับ และปริมาณการใช้กากน้ำตาลจะลดลงด้วยอัตราร้อยละ 4.44 ต่อปี ผลของค่าประมาณกรณีที่ 2 แสดงดังตารางที่ 3.4

การคาดการณ์สัดส่วนการใช้วัตถุดิบในแต่ละกรณี เกิดขึ้นจากการคาดหวังตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณี โดยการแทนค่าลงในแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน เพื่อคัดเลือกสัดส่วนการใช้วัตถุดิบในกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงและสมเหตุสมผล และใช้ค่าพยากรณ์ในกรณีที่เหมาะสมที่สุด เป็นตัวแทนของผลการศึกษาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในครั้งนี้ (ขั้นตอนการคัดเลือกอยู่ในผลการศึกษกรณีจำลอง ในบทที่ 6)

ตารางที่ 3.4 ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในกรณีที่ 1 และ กรณีที่ 2

ปี	เอทานอล (ล้านลิตร)	กรณีที่ 1			กรณีที่ 2		
		หัวมันสด (พันตัน)	น้ำอ้อย (พันตัน)	กากน้ำตาล (พันตัน)	หัวมันสด (พันตัน)	น้ำอ้อย (พันตัน)	กากน้ำตาล (พันตัน)
2555	444.03	932.67	266.48	1,674.03	932.67	266.48	1,674.03
2556	462.24	1,134.33	503.26	1,844.36	1,182.26	503.26	1,813.94
2557	481.19	1,362.56	799.51	2,006.90	1,472.29	799.51	1,937.26
2558	500.92	1,619.67	1,161.36	2,159.96	1,806.56	1,161.36	2,041.36
2559	521.46	1,908.16	1,595.43	2,301.67	2,189.11	1,595.43	2,123.38
2560	542.84	2,230.67	2,108.82	2,430.01	2,624.31	2,108.82	2,180.20
2561	565.09	2,590.04	2,709.20	2,542.77	3,116.83	2,709.20	2,208.46
2562	588.26	2,989.32	3,404.77	2,637.53	3,671.67	3,404.77	2,204.50
2563	612.38	3,431.76	4,204.36	2,711.69	4,294.19	4,204.36	2,164.37
2564	637.49	3,920.83	5,117.45	2,762.40	4,990.15	5,117.45	2,083.80

หมายเหตุ : ปริมาณการใช้น้ำอ้อยแปลงให้อยู่ในรูปของผลผลิตอ้อย (พันตัน)

ที่มา : จากการคำนวณ

พืชพลังงานและการปรับตัวของภาคเกษตรไทย

พลังงานทางเลือกหรือเอทานอลจากพืชผลทางการเกษตร เข้ามามีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงกับภาคเกษตรของไทย ทั้งในด้านการปรับตัวของราคาและผลผลิตอ้อยและมันสำปะหลัง รวมถึงผลที่เกิดกับพืชอื่นๆ ที่ทดแทนกัน รูปแบบของการใช้ที่ดิน รายรับของเกษตรกร และต้นทุนราคาอาหาร โดยการรวบรวมข้อมูลและการนำเสนอในส่วนนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมาและบทบาทของพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาในส่วนนี้จะศึกษาถึงบทบาทของพืชพลังงานในประเทศไทยและผลที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมา การพัฒนาพลังงานทดแทนและการเริ่มการผลิตเอทานอล สาเหตุของการนำพืชอาหารไปผลิตพลังงาน การเพิ่มการผลิตเอทานอลจากมาตรการของภาครัฐ จากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นและแรงจูงใจทางการเงิน ซึ่งส่งผลให้เกิดความต้องการเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลังเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการศึกษาในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบบทบาทของเอทานอลในภาคพลังงานและภาคเกษตร การปรับตัวของภาคเกษตรไทยที่ผ่านมาโดยแบ่งแนวทางการปรับตัวดังนี้คือ โครงสร้างการผลิตทางการเกษตร ราคา ปริมาณผลผลิต และผลกระทบของพืชพลังงานที่ส่งผล 2 ด้านคือ ผลกระทบทางตรงต่อพืชพลังงาน และผลกระทบทางอ้อมต่อพืชอาหารที่ส่งผลถึงรูปแบบการใช้ที่ดิน การใช้ประโยชน์ รายได้เกษตรกร เป็นต้น นอกจากนี้การศึกษานี้จะนำเสนอแนะนโยบายจากภาครัฐทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและภาคการเกษตร รวมถึงแนวคิดและมุมมองจากภาครัฐ เอกชน ประชาชน เกษตรกร ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชพลังงานและการปรับตัวของภาคการเกษตรที่ผ่านมา

4.1 พืชพลังงาน ทางเลือกที่ถูกเลือก

การพัฒนาพลังงานทางเลือกนับเป็นวาระแห่งชาติ ที่รัฐบาลสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพและชีวมวล โดยมีมาตรการต่างๆ ที่สร้างแรงจูงใจให้มีการผลิตและใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นเพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ จากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและอีกทั้งมีวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลที่ต้นทุนต่ำ ดังนั้นเอทานอลจึงเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่ง ที่ถูกเลือกและถูกกำหนดอยู่ในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงาน มีความสำคัญในอันดับต้นในการเพิ่มสัดส่วนการผลิตพลังงานทดแทนของประเทศ ให้เป็นไปตามเป้าหมายร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศในปี พ.ศ.2564 เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันเบนซิน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2555)

การผลิตเอทานอลเพื่อใช้เชิงพาณิชย์ในประเทศไทยเริ่มต้นใน ปี พ.ศ.2544 จากคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ ซึ่งได้สนับสนุนให้มีการจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลขึ้น โดยใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบ ในการกลั่นเอทานอลเพื่อใช้ทดแทนสาร MTBE ในน้ำมันเบนซินออกเทน 91 และ 95 นับแต่นั้นเป็นต้นมาประเทศไทยได้มีการผลิตแก๊สโซฮอล์เพื่อจำหน่ายและใช้เป็นพลังงานทางเลือก โดยมีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่านับแต่ปี พ.ศ.2547 ที่มีการผลิตแก๊สโซฮอล์เพื่อการจำหน่ายนั้นแนวโน้มปริมาณการผลิตแก๊สโซฮอล์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2546-2555 เท่ากับร้อยละ 45 ต่อปี (ตารางที่ 4.1) ซึ่งจากปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ส่งผลให้ปริมาณการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกันโดยมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 - 2556 เท่ากับร้อยละ 46.7 ต่อปี

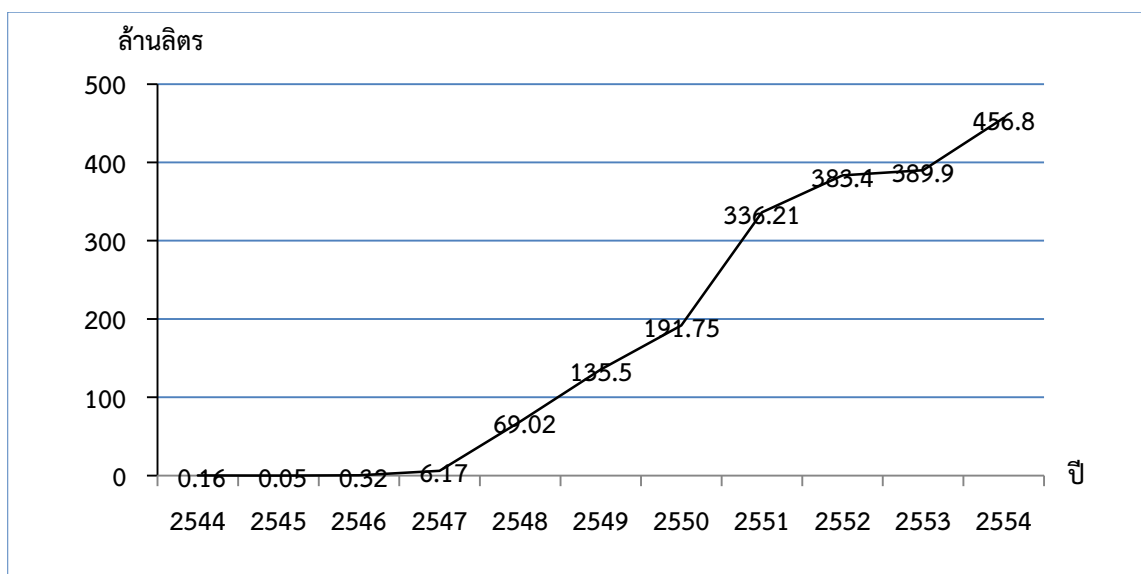
ตารางที่ 4.1 ปริมาณการผลิตแก๊สโซฮอล์และเอทานอล

ปี พ.ศ.	ปริมาณการผลิตแก๊สโซฮอล์ (91 95 E20 E85) (ล้านลิตร)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	ปริมาณการผลิต เอทานอล (ล้านลิตร)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2544	1.62		0.16	
2545	0.5		0.05	
2546	3.18	84.3	0.32	84.4
2547	61.74	94.8	6.17	94.8
2548	690.23	91.1	69.02	91.1
2549	1,284.89	46.3	135.5	49.1
2550	1,764.34	27.2	191.75	29.3
2551	3,393.98	48.0	336.21	43.0
2552	4,456.44	23.8	383.4	12.3
2553	4,370.98	-2.0	389.9	1.7
2554	4,208.07	-3.9	456.8	14.6
2555	4,490.97	6.7	655.5	43.5

หมายเหตุ: ปี พ.ศ.2544-2548 คำนวณจากสัดส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์
ในประเทศไทย

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555 และจากการคำนวณ

ความต้องการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากมาตรการของรัฐทั้งการสนับสนุนการผลิต และการรณรงค์การใช้แก๊สโซฮอล์ ด้วยการจำหน่ายในราคาต่ำกว่าน้ำมันเบนซิน รวมถึงเทคโนโลยีของยานพาหนะในปัจจุบันที่รองรับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้ความต้องการเอทานอลเพิ่มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน จากภาพที่ 4.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าในช่วงปี พ.ศ.2548-2552 มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างมากจากปริมาณการผลิตที่ 69.02 ล้านลิตร เป็น 400.66 ล้านลิตร ในช่วงระยะเวลา 4 ปี มีอัตราการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในปี พ.ศ.2552-2554 โดยในปี พ.ศ.2554 มีปริมาณการผลิตเท่ากับ 456.8 ล้านลิตร และในปี 2555 พบว่าปริมาณการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นอย่างมากจากเดิมร้อยละ 43.5 หรือเท่ากับ 655.5 ล้านลิตร



ภาพที่ 4.1 ปริมาณการผลิตเอทานอลของประเทศไทย

หมายเหตุ: ปี พ.ศ.2544-2548 คำนวณจากสัดส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอลล์ในประเทศไทย

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555 และจากการคำนวณ

ในปัจจุบันการผลิตเอทานอลในประเทศไทยใช้วัตถุดิบหลักทางการเกษตร 2 ชนิด คือ มันสำปะหลังและกากน้ำตาล ซึ่งวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้ต่างมีศักยภาพในการนำมาผลิตเอทานอล เนื่องจากมีต้นทุนของวัตถุดิบต่ำและศักยภาพของภาคเกษตรที่ผลิตได้จำนวนมาก จากผลการศึกษาของ FAO(2010) และ USDA (2006) พบว่า ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบจำพวกน้ำตาลมีความสามารถในการแข่งขันได้ในทุกกรณี โดยต้นทุนการผลิตเอทานอลที่ต่ำที่สุดคือ กรณี molasses-on-site เนื่องจากต้นทุนค่าขนส่งต่ำ หรือกรณีที่สามารถหากากน้ำตาลได้จากโรงงานน้ำตาลภายในท้องถิ่น ซึ่งลักษณะเช่นนี้ชี้ให้เห็นว่าการดำเนินการผลิตเอทานอลในไทยมีความสามารถในการแข่งขันได้สูง เมื่อทำการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเอทานอลจากสารจำพวกน้ำตาลและมันสำปะหลังจะพบว่า ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลมีค่าต่ำที่สุดในทุกเงื่อนไข รองลงมาคือ น้ำอ้อย และมันสำปะหลังตามลำดับ แต่การเปลี่ยนแปลงราคามันสำปะหลังเพียงเล็กน้อยส่งผลอย่างมากต่อต้นทุนการผลิตเอทานอล และส่งผลให้ผลตอบแทนจากการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังมีค่าลดลง

ดังนั้นแนวโน้มของความต้องการใช้เอทานอลที่เพิ่มขึ้นประกอบกับศักยภาพของวัตถุดิบอันมาจากภาคเกษตรของไทย จึงส่งผลให้ **มันสำปะหลังและอ้อย** จึงถูกเลือกให้เป็นพืชสำคัญที่มีบทบาทในการผลิตพลังงานทดแทนหรือเอทานอลของประเทศไทย จากเดิมที่เป็นพืชสำคัญสำหรับใช้เพื่อการผลิตเป็นอาหารในการบริโภคและเพื่อผลิตอาหารสัตว์

นับแต่ปี พ.ศ.2544 ที่ประเทศไทยเริ่มผลิตเอทานอลจนกระทั่งปี พ.ศ.2548 นั้น นับได้ว่าร้อยละ 100 ของเอทานอลที่ผลิตได้มาจากวัตถุดิบ กากน้ำตาล ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและเป็นการนำของเหลือจากการผลิตน้ำตาลมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูง แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากปริมาณกากน้ำตาลที่จำกัดซึ่งมาจากส่วนเหลือของอุตสาหกรรม ดังนั้นเมื่อความต้องการใช้เอทานอลมากขึ้น จึงทำให้การผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังจึงเป็นอีกทางเลือกที่มีประสิทธิภาพสูง อันเนื่องมาจากมัน

สำปะหลังเป็นพืชที่มีศักยภาพในการผลิตเอทานอลและมีต้นทุนการในผลิตที่ต่ำ นับเป็นจุดเริ่มต้นของการนำพืชอาหารมาผลิตเอทานอลอย่างชัดเจนในปี พ.ศ.2549 โดยสัดส่วนของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเท่ากับร้อยละ 10 หรือ 13.55 ล้านลิตร (ตารางที่ 4.2) และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งปี พ.ศ.2554 สัดส่วนของการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังเท่ากับร้อยละ 27 หรือเท่ากับ 123.34 ล้านลิตร และลดลงในปี พ.ศ. 2555 เท่ากับร้อยละ 11.5 หรือ 75 ล้านลิตร เอทานอลจากกากน้ำตาลมีสัดส่วนที่ร้อยละ 81 หรือ 532 ล้านลิตร ในขณะที่เอทานอลจากน้ำอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 7.5 หรือ 49 ล้านลิตร โดยอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลจากอ้อยหรือน้ำอ้อยได้เริ่มเข้ามามีบทบาทตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 ที่โรงงานเอทานอลบางแห่งใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าแนวโน้มของการใช้พืชอาหาร อ้อยและมันสำปะหลัง ถูกนำไปผลิตเป็นพลังงานทดแทนมีเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.2 ปริมาณการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง

ปี พ.ศ.	ปริมาณการผลิตเอทานอล (ล้านลิตร)	เอทานอลจากกากน้ำตาล (ล้านลิตร)	เอทานอลจากน้ำอ้อย/อ้อย (ล้านลิตร)	เอทานอลจากมันสำปะหลัง (ล้านลิตร)
2544	0.16	0.16 (100%)	-	-
2545	0.05	0.05 (100%)	-	-
2546	0.32	0.32 (100%)	-	-
2547	6.17	6.17 (100%)	-	-
2548	69.02	69.02 (100%)	-	-
2549	135.5	121.95 (90%)	-	13.55 (10%)
2550	191.75	172.57 (90%)	-	19.17 (10%)
2551	336.21	302.59 (90%)	-	33.62 (10%)
2552	383.4	287.55 (75%)	3.83 (1%)	92.02 (24%)
2553	389.9	311.92 (80%)	7.80 (2%)	70.18 (18%)
2554	456.8	319.76 (70%)	13.70 (3%)	123.34 (27%)
2555	655.5	531.80 (81%)	49.05 (7.5%)	74.69 (11.5%)

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555 และจากการคำนวณ

เมื่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และอ้อย ในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ย่อมส่งผลให้เกิดความต้องการวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น หรือเรียกได้ว่าเป็นอุปสงค์สืบเนื่อง ซึ่งสามารถคำนวณเป็นปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละปีเพื่อการผลิตเอทานอลได้ดังตารางที่ 4.3 โดยพบว่า ปริมาณกากน้ำตาลที่ใช้ในอุตสาหกรรมเอทานอลในช่วงปี พ.ศ.2551-2554 มีปริมาณเฉลี่ยที่ 1.15 ล้านตันต่อปี ในขณะที่ปริมาณมันสำปะหลังมีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 186,783 ตันในปี พ.ศ.2551 เป็น 685,200 ตันในปี พ.ศ.2554 แต่ลดลงในปี 2555 เหลือ 467,533 ตัน ในขณะที่ปริมาณความต้องการใช้อ้อยเพื่อผลิตเอทานอลมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นจาก 54,771 ตันในปี พ.ศ.2552 เป็น 653,771 ตัน ในปี พ.ศ.2555

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการใช้วัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง ในการผลิตเอทานอล

ปี พ.ศ.	กากน้ำตาล (ตัน)	อ้อย (ตัน)	มันสำปะหลัง (ตัน)
2544	615	-	-
2545	192	-	-
2546	1,231	-	-
2547	23,731	-	-
2548	265,462	-	-
2549	469,038	-	75,278
2550	663,750	-	106,528
2551	1,163,804	-	186,783
2552	1,105,962	54,771	511,200
2553	1,199,692	111,400	389,900
2554	1,229,846	195,771	685,200
2555	2,217,606	653,876	467,533

หมายเหตุ: กำหนดให้กากน้ำตาล 1 ตันผลิตเอทานอลได้ 260 ลิตร อ้อย 1 ตันผลิตเอทานอลได้ 70 ลิตร และมันสำปะหลัง 1 ตันผลิตเอทานอลได้ 180 ลิตร และอ้อย 1 ตันจะได้กากน้ำตาล 50 กก.
ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555 และจากการคำนวณ

อ้อยและมันสำปะหลัง จึงนับได้ว่าเป็นพืชพลังงานที่กำลังเติบโตในภาคพลังงานของประเทศไทย และในขณะเดียวกันยังคงทำหน้าที่เป็นพืชอาหารที่หล่อเลี้ยงประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้น แนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของการผลิตพลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาพลังงาน และจากความต้องการอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อผลิตเอทานอลที่สูงขึ้น ส่งผลให้วัตถุดิบบางส่วนจำเป็นต้องถูกโยกย้ายมาจากส่วนอื่น อาทิ จากอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแป้ง อุตสาหกรรมน้ำตาล อันจะส่งผลต่อเนื่องถึงปริมาณการผลิตอาหารและการส่งออกของประเทศไทย ดังนั้นการเข้ามามีบทบาทของพลังงานทางเลือกหรือเอทานอลจากพืชผลทางการเกษตร อาจก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับภาคเกษตรของไทย ในบางด้าน เช่นการปรับตัวของราคาและผลผลิต อ้อยและมันสำปะหลัง รวมถึงผลที่เกิดกับพืชอื่นๆ ที่ทดแทนกัน รูปแบบของการใช้ที่ดิน รายรับของเกษตรกร และต้นทุนราคาอาหาร โดยในการศึกษาต่อ

จากนี้จะแสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมาและบทบาทของพืชพลังงานที่ก่อเกิด การเปลี่ยนแปลงกับภาคการเกษตรไทย

4.2 แรงผลักดันต่อการขยายการผลิตพืชพลังงาน

การผลิตเอทานอลที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เกิดความต้องการวัตถุดิบจากภาคเกษตรเพื่อใช้ในการ ผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ การเพิ่มขึ้นของการผลิตเอทานอลในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้น มา มีกลไกหลายอย่างที่มีผลทำให้เกิดการเพิ่มการผลิตเอทานอลอย่างต่อเนื่อง โดยแรงผลักดันเหล่านี้ เป็นผลมาจาก 1) ราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้ราคาของเอทานอลเพิ่มขึ้นไปในทิศทาง เดียวกัน 2) แนวโน้มของความต้องการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและประชากร ของโลกที่เพิ่มขึ้น 3) นโยบายของรัฐที่สนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนเพิ่มขึ้น และ 4) แรงจูงใจในการประกอบการผลิตเอทานอลจากกำไรที่ได้รับ ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ส่งผลให้เกิด การเพิ่มการผลิตเอทานอลอย่างชัดเจนและต่อเนื่องไปถึงการขยายการผลิตพืชพลังงานทั้ง อ้อยและมันสำปะหลัง ให้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังต่อไปนี้

1) **ราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง** ส่งผลให้ราคาของเอทานอลเพิ่มขึ้นไปในทิศทาง เดียวกัน โดยพบว่าในช่วงปี พ.ศ.2550-2554 ราคาน้ำมันเบนซิน 91 เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 9.26 ในขณะที่ราคาแก๊สโซฮอล์ 91 เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 8.95 และราคาเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 8.65 ต่อปี (ตารางที่ 4.4) ซึ่งเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์และเพิ่มขึ้นไปในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นแนวโน้ม ของราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้ราคาแก๊สโซฮอล์และเอทานอลเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ตาม ความต้องการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.4 ราคาน้ำมัน แก๊สโซฮอล์และเอทานอล

ปี พ.ศ.	ราคา เบนซิน 91 (บาท)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	ราคา แก๊สโซฮอล์ 91 (บาท)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	ราคา เอทานอล (บาท)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
2550	28.31		26.17		17.52	
2551	33.4	17.98	28.95	10.62	18.77	7.13
2552	31.33	-6.20	27.49	-5.04	19.99	6.50
2553	36.07	15.13	32.18	17.06	23.39	17.01
2554	39.72	10.12	36.42	13.18	24.32	3.98
เฉลี่ย 5 ปี	33.77	9.26	30.24	8.95	20.80	8.65

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555 ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555 และจาก การคำนวณ

2) แนวโน้มของความต้องการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและประชากรของโลกที่เพิ่มขึ้น จากงานวิจัยที่ศึกษาถึงการคาดการณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศไทยในอนาคต พบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความต้องการใช้น้ำมันคือ อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และจำนวนประชากรที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต โดย Trisarn (2001), Asia Pacific Energy Research Centre (2006), สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2554) และ บัณฑิต ล้อมมีโชคชัยและคณะ (2550) ต่างคาดการณ์อุปสงค์ของการใช้น้ำมันเป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ อุปสงค์ของการใช้น้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3 – 6 ต่อปี ขึ้นอยู่กับการเติบโตในภาคอุตสาหกรรมและปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้น รวมถึงประชากรที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้น้ำมันอย่างต่อเนื่องย่อมส่งผลถึงความต้องการใช้แก๊สโซฮอล์และเอทานอลเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน จึงนับเป็นอีกแรงผลักดันหนึ่งซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายตัวของการผลิตเอทานอลและความต้องการใช้พืชพลังงานที่สูงขึ้น

3) นโยบายของรัฐที่สนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนให้มีสัดส่วนเพิ่มขึ้น การส่งเสริมและพัฒนาการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนจากภาครัฐ นับเป็นแรงผลักดันที่สำคัญที่จะก่อให้เกิดความสำเร็จของการใช้พลังงานทดแทนของประเทศ หากภาครัฐมีนโยบายที่สนับสนุนการใช้พลังงานทดแทนอย่างแท้จริง ย่อมส่งผลให้เกิดการขยายตัวของการผลิตพืชพลังงานให้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยแผนพัฒนาพลังงานทดแทนที่เกี่ยวข้องกับแก๊สโซฮอล์และการผลิตเอทานอล พบว่ารัฐบาลมีมาตรการที่ช่วยสนับสนุนภาคเอกชนในการลงทุนและผลิตเอทานอล อาทิ สิทธิพิเศษในการลงทุน ยกเว้นการส่งเงินเข้ากองทุน การรับซื้อในราคาพิเศษ ยกเว้นภาษีสรรพสามิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกลยุทธ์ในการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา และแนวทางการบริหารจัดการ เพื่อเข้ามาช่วยพัฒนาอุตสาหกรรมเอทานอลให้เกิดความต่อเนื่อง และในขณะเดียวกันนโยบายทางด้านการเกษตร ได้มีส่วนในการสนับสนุนวัตถุดิบให้พอเพียงต่อการผลิตในอุตสาหกรรม โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดแผนการผลิตอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อรองรับกับการผลิตในอุตสาหกรรมเอทานอล นอกจากนี้ในอนาคตอีก 10 ปีข้างหน้า จนกระทั่งปี พ.ศ.2565 การพัฒนาการผลิตและการใช้เอทานอลตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ได้ตั้งเป้าหมายการผลิตให้เพิ่มมากขึ้นกว่าปัจจุบันถึง 3 เท่า หรือ 9 ล้านลิตรต่อวัน โดยสนับสนุนงบประมาณ 440 ล้านบาท (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2554) สำหรับการพัฒนาการผลิตในอุตสาหกรรมเอทานอล โดยมีแผนการพัฒนารอบวงจรทั้งทางด้านวัตถุดิบ การผลิต การตลาด การวิจัยและพัฒนา เพื่อสร้างความสมดุลย์ทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานในอนาคต ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีบทบาทสำคัญที่จะก่อให้เกิดการลงทุนและการผลิตในระดับอุตสาหกรรมมากขึ้น และเชื่อมโยงถึงความต้องการใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

4) แรงจูงใจในการประกอบการผลิตเอทานอลจากกำไรที่ได้รับ แรงผลักดันที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลให้เกิดความยั่งยืนและต่อเนื่องตามธรรมชาติและกลไกตลาดคือปัจจัยของราคาและผลกำไรที่ผู้ประกอบการได้รับ หากอุตสาหกรรมมีกำไรย่อมก่อให้เกิดแรงจูงใจในการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น และเมื่อการสนับสนุนของมาตรการต่างๆ ของภาครัฐหมดลง อุตสาหกรรมเอทานอลสามารถคงอยู่ได้ภายใต้แรงจูงใจทางด้านผลกำไร (Profit Incentive) ที่เป็นแรงผลักดันให้เกิดการผลิตอย่างยั่งยืน ซึ่งในปัจจุบันพบว่าการผลิตเอทานอลในประเทศไทยได้รับการอุดหนุนในหลายปัจจัย รวมถึงการกำหนดราคาอ้างอิงที่ถูกกำหนดจากภายในประเทศ ซึ่งต่างจากเดิมในปี พ.ศ.2547 – 2552

เอทานอลได้ถูกกำหนดราคาตามตลาดโลกหรือใช้อ้างอิงราคาจากเอทานอลบราซิล ต่อมาในปี 2553 ประเทศไทยได้มีการกำหนดราคาขายเอทานอลโดยอ้างอิงจากราคาดัชนีทุนการผลิต เพื่อช่วยเหลือให้อุตสาหกรรมไม่ขาดทุน ซึ่งส่งผลให้ราคาเอทานอลในปี พ.ศ.2553 ถึงปัจจุบันมีราคาที่สูงกว่าเอทานอลจากสหรัฐอเมริกาและบราซิลอย่างชัดเจน โดยราคาเอทานอลไทย ในปี พ.ศ.2553 มีราคาเท่ากับ 0.73 ดอลลาร์สหรัฐต่อลิตร สูงกว่าราคาเอทานอลจากสหรัฐอเมริกาและบราซิลที่มีค่าเท่ากับ 0.49 และ 0.52 ดอลลาร์สหรัฐต่อลิตรตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ราคาเอทานอลไทย สหรัฐอเมริกา และบราซิล

ปี พ.ศ.	ราคาเอทานอลไทย (ดอลลาร์สหรัฐ)	ราคาเอทานอลสหรัฐอเมริกา (ดอลลาร์สหรัฐ)	ราคาเอทานอลบราซิล Hydrous (ดอลลาร์สหรัฐ)
2550	0.51	0.64	0.36
2551	0.56	0.56	0.40
2552	0.58	0.61	0.39
2553	0.73	0.49	0.52
2554	0.79	0.47	0.72
เฉลี่ย 5 ปี	0.63	0.55	0.48

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2555 และ U.S. Energy Information Administration, 2012

4.3 พืชพลังงาน : บทบาทในภาคเกษตรและภาคพลังงาน

จากปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ส่งผลให้เอทานอลนับเป็นพลังงานทดแทนที่มีบทบาทสำคัญและมีศักยภาพในการพัฒนาและลดการใช้น้ำมันในภาคพลังงานลง จากอัตราการใช้แก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ.2546-2554 เท่ากับร้อยละ 46.7 ต่อปี ส่งผลให้แนวโน้มความต้องการใช้เอทานอลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเมื่อการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น จากตารางที่ 4.6 พบว่าสัดส่วนของการใช้มันสำปะหลังเพื่อนำมาผลิตเอทานอลต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดที่ผลิตได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 – 2554 มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.74 เป็นร้อยละ 3.13 ต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.84 ต่อปี ในขณะที่กากน้ำตาลถูกนำมาผลิตเอทานอลในสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 30 ต่อปี และมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 31 ต่อปี

เมื่อพิจารณาถึงมูลค่าที่เกิดขึ้นในภาคเกษตรพบว่าสัดส่วนของมูลค่าเอทานอลจากมันสำปะหลัง กากน้ำตาล และอ้อย ทั้งหมดเฉลี่ยเป็นสัดส่วนเท่ากับร้อยละ 8.24 ต่อมูลค่าผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยที่ผลิตได้ในภาคการเกษตร ในทางตรงกันข้ามเมื่อนำมูลค่าของเอทานอล ไปเปรียบเทียบกับภาคพลังงานแล้วพบว่าเอทานอลมีสัดส่วนมูลค่าเท่ากับร้อยละ 7.73 ต่อมูลค่าพลังงานทดแทน (แสงอาทิตย์ ลม ไบโอดีเซล เป็นต้น) ทั้งหมดที่ประเทศไทยผลิตได้ และเมื่อเทียบกับพลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้าพบว่า มีสัดส่วนมูลค่าเพียงร้อยละ 0.65 เท่านั้น

บทบาทของเอทานอลในภาคพลังงานมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับจากปี พ.ศ. 2551 พบว่ามูลค่าเอทานอลเท่ากับร้อยละ 0.49 ต่อมูลค่าของพลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้า ได้แก่ ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ลิก

ไนท์ เอทานอล ไบโอดีเซล และพลังงานทดแทนอื่นๆ โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.65 ต่อปี จนกระทั่งมีมูลค่าเท่ากับร้อยละ 0.75 ในปี พ.ศ.2554 (ภาพที่ 4.2)

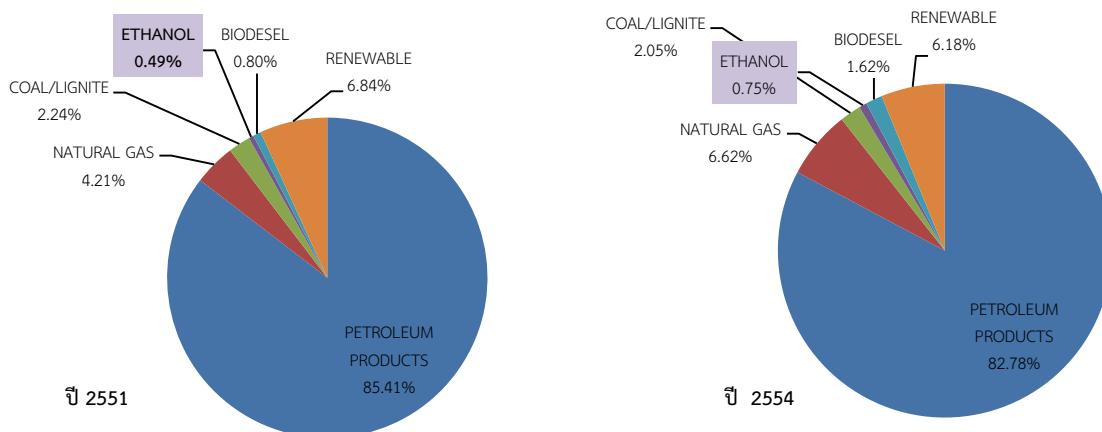
จากการเปรียบเทียบมูลค่าของเอทานอลที่ผลิตได้จากภาคเกษตร ต่อมูลค่าสินค้าเกษตร และต่อมูลค่าของพลังงาน พบว่าบทบาทของเอทานอลมีแนวโน้มที่สำคัญมากยิ่งขึ้น สัดส่วนของมูลค่าเอทานอล ต่อมูลค่าผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยในภาคเกษตร มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากความต้องการใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรเพื่อผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อมันสำปะหลังและอ้อย ถูกนำไปผลิตเอทานอลในสัดส่วนที่มากขึ้น ย่อมส่งผลให้การผลิตเอทานอลมีบทบาทในภาคเกษตรมากขึ้นอย่างแน่นอน และในทางเดียวกันบทบาทของเอทานอลในภาคพลังงานที่สูงขึ้น ส่งผลให้การผลิตพลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น สร้างความมั่นคงทางพลังงานให้กับประเทศและลดการพึ่งพิงการนำเข้าพลังงาน

ตารางที่ 4.6 สัดส่วนของการผลิตเอทานอลเปรียบเทียบกับสินค้าเกษตรและพลังงาน

ปี พ.ศ.	สัดส่วนของมัน สำปะหลังที่ใช้ผลิตเอ ทานอลต่อมันสำปะหลัง ที่ผลิตได้ทั้งหมด	สัดส่วนของ กากน้ำตาลสำหรับ ผลิตเอทานอลต่อ กากน้ำตาลทั้งหมด	สัดส่วนของมูลค่า เอทานอลต่อ มูลค่าสินค้า เกษตร (มัน สำปะหลังและ อ้อย)	สัดส่วนของ มูลค่าเอทา นอลต่อมูลค่า พลังงาน ทดแทน ทั้งหมด	สัดส่วนของ มูลค่าเอทา นอลต่อมูลค่า พลังงานที่ ไม่ใช่ไฟฟ้า
2551	0.74%	31.67%	6.94%	6.46%	0.49%
2552	1.70%	33.10%	9.27%	7.12%	0.66%
2553	1.77%	34.87%	9.13%	7.65%	0.69%
2554	3.13%	25.64%	7.62%	9.67%	0.75%
เฉลี่ย	1.84%	31.32%	8.24%	7.73%	0.65%

หมายเหตุ: พลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้าได้แก่ ปีโตเลียม ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนท์ เอทานอล ไบโอดีเซล และพลังงานทดแทนอื่นๆ

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน 2555 และจากการคำนวณ

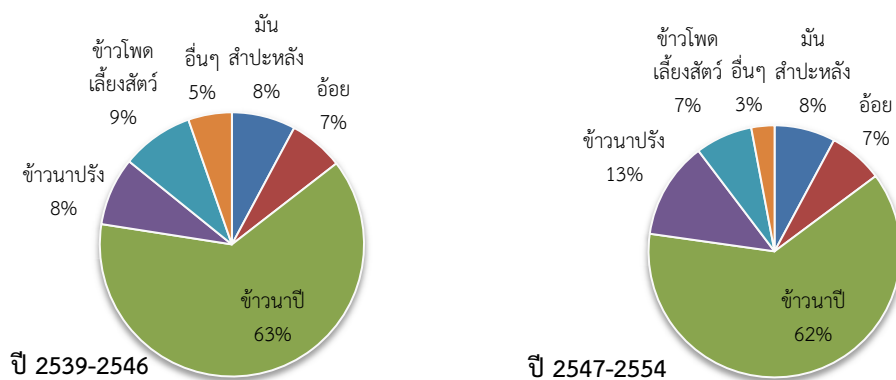


ภาพที่ 4.2 สัดส่วนมูลค่าเอทานอลต่อพลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้า เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2551 และ 2554 ที่มา: สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2555

4.4 การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อการผลิตพืชพลังงานที่ผ่านมา

นับแต่อดีตที่ผ่านมาภาคเกษตรกรรมมีแนวโน้มที่ลดบทบาทของการเป็นภาคที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศลง จากสัดส่วนของมูลค่าที่ลดลงในผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติจากปี พ.ศ. 2539 ที่มีสัดส่วนของภาคเกษตรเท่ากับร้อยละ 10.7 ลดลงจนกระทั่งในปี พ.ศ.2554 สัดส่วนของภาคเกษตรเท่ากับร้อยละ 8.6 แต่อย่างไรก็ตามแรงงานส่วนใหญ่ของประเทศในปี พ.ศ.2554 ร้อยละ 38.2 ยังคงอยู่ในภาคการเกษตร (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ซึ่งทำให้ภาคเกษตรมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและการกระจายรายได้ของประเทศเป็นอย่างมาก ที่ผ่านมภาคเกษตรมีการปรับตัวต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างการผลิตสินค้าเกษตรยังคงให้ความสำคัญกับการผลิตข้าวเป็นอันดับแรก รวมถึงกลุ่มธัญพืชและพืชอาหาร อาทิ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อย ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง เป็นต้น ซึ่งในการผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหารเหล่านี้ครอบคลุมพื้นที่ทางการเกษตรมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทางการเกษตรประเทศ มาโดยตลอด ดังนั้นการผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร จึงมีบทบาทและผลกระทบต่อการใช้ที่ดินทางการเกษตรอย่างมาก

นับจากปี พ.ศ.2547 เป็นต้นมาที่ประเทศไทยได้เริ่มผลิตและใช้เอทานอลจากพืชเกษตร ส่งผลให้ความต้องการใช้กากอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการผลิตและสัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อทำการเพาะปลูกพืชพลังงานทั้งสองชนิดนี้ควรจะเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสัดส่วนการใช้ที่ดินใน 2 ช่วงเวลา กล่าวคือ ช่วงที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ.2539-2546 และช่วงที่ 2 หลังเริ่มมีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2547-2554 พบว่า ข้าว ยังคงเป็นพืชหลักที่มีสัดส่วนการใช้ที่ดินสูงสุดและเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวนาปรังที่เพิ่มจากช่วงที่ 1 ร้อยละ 8 เป็น ร้อยละ 13 ในช่วงที่ 2 ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อยยังมีสัดส่วนคงเดิม คือ ร้อยละ 8 และ 7 ตามลำดับ สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีสัดส่วนการใช้ที่ดินลดลงจากร้อยละ 9 เหลือร้อยละ 7 ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร ปี พ.ศ.2539-2546 และ ปี พ.ศ. 2547-2554

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

จากการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินใน 2 ช่วงเวลาข้างต้น สะท้อนถึงผลของการเพิ่มขึ้นของการผลิตเอทานอลที่ไม่กระทบถึงโครงสร้างทางการผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร ของประเทศไทยมากนัก เนื่องจากโครงสร้างหลักที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนคือพื้นที่การปลูกข้าวนาปรังที่เพิ่มขึ้น และการลดลงของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ รวมถึงธัญพืชชนิดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามผลที่เกิดจากการผลิตเอทานอล และความต้องการพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้นนั้น ไม่ได้กระทบต่อสัดส่วนการใช้ที่ดินสำหรับ ข้าว ธัญพืช และพืชอาหาร เพียงอย่างเดียว แต่มีบทบาทสำคัญที่ส่งผลต่อการปรับตัวในภาคการเกษตรไทยนับแต่ปี พ.ศ.2547 เป็นต้นมา ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งแนวทางการปรับตัวของภาคเกษตรในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้ การปรับตัวทางตรงของพืชพลังงาน ในด้านของ ราคา ผลผลิต การใช้ที่ดิน ประสิทธิภาพการผลิต การส่งออก และรายได้ของเกษตรกร และ การปรับตัวทางอ้อมของพืชอาหาร ในด้านของ รูปแบบการผลิตและการใช้ที่ดิน ประสิทธิภาพการผลิต ราคาพืชอาหาร การปรับตัวของภาคปศุสัตว์ รายได้ของเกษตรกร และผลกระทบต่อผู้บริโภคทั่วไป

4.5 การเปลี่ยนแปลงที่ผ่านมาก่อนจะเป็นพืชพลังงาน: มันสำปะหลังและอ้อย

มันสำปะหลังและอ้อยเป็นพืชพลังงานสำคัญที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเอทานอลทั้งในด้านของ ต้นทุนและปริมาณเอทานอลที่ได้จากพืชทั้งสองชนิดนี้ ปัจจุบันเอทานอลมากกว่าร้อยละ 70 ยังคงผลิตจากวัตถุดิบกากน้ำตาล ในขณะที่อีกร้อยละ 30 มาจากมันสำปะหลังและอ้อย จากการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอลอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยปี พ.ศ.2552 -2554 ร้อยละ 8 ต่อปี ซึ่งส่งผลให้ปริมาณการใช้กากน้ำตาล มันสำปะหลังและอ้อย เพื่อผลิตเอทานอลมีเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งหมายถึงการแบ่งผลผลิตทางการเกษตรที่ใช้สำหรับการผลิตในอุตสาหกรรมอื่นๆ มาใช้ในการผลิตเอทานอลแทน อาทิ มันเส้นที่นำไปผลิตอาหารสัตว์ หรือ กากน้ำตาลที่เคยนำไปแปรรูปในอุตสาหกรรมสุรา เป็นต้น ดังนั้นการเพิ่มการใช้มันสำปะหลังและอ้อย ในการผลิตเอทานอลที่ผ่านมา สามารถวิเคราะห์ถึงผลที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรของไทยและการปรับตัวในช่วงปีก่อนและหลังปี พ.ศ.2547 ได้ดังต่อไปนี้

1) แนวโน้มของอุปสงค์น้ำมันสำหรับและอ้อย

น้ำมันสำหรับที่ผลิตได้และเมื่อนำไปแปรรูปในรูปของน้ำมันเส้น น้ำมันอัดเม็ด และแบ่งแล้ว โดยปกติมีความต้องการใช้ภายในประเทศต่ำกว่าการส่งออก หรือการนำหัวมันสดมาแปรรูปในประเทศจะอยู่ประมาณร้อยละ 20 ของผลผลิตทั้งหมด โดยแนวโน้มของการใช้น้ำมันสำหรับในประเทศมีแนวโน้มลดลง ดังตารางที่ 4.7 พบว่า นับตั้งแต่ปี 2551 จนถึง 2555 แนวโน้มของอุปสงค์น้ำมันสำหรับเพื่อใช้ภายในประเทศลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8 ต่อปี ในขณะที่อุปสงค์ในการแปรรูปเพื่อการส่งออกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15 ต่อปี ผลผลิตมันสำหรับส่วนใหญ่ถูกใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง อาทิ อุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ สารให้ความหวาน ผลชูรส กระดาษ และสิ่งทอ โดยความต้องการใช้ในประเทศลดลงเนื่องจาก ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์มีการใช้น้ำมันสำหรับลดลงจากราคามันสำหรับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในอุตสาหกรรมสารให้ความหวานได้ใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทดแทน และนอกจากนี้ยังมีอุปสงค์มันสำหรับเพื่อผลิตเอทานอลที่เริ่มสูงขึ้น จนกระทั่งปัจจุบัน ผลผลิตมันสำหรับร้อยละ 2 ถูกใช้ในการผลิตเอทานอล

อุปสงค์ของอ้อยเพื่อผลิตน้ำตาล เพื่อใช้ภายในประเทศและส่งออกพบว่ามีความต้องการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี โดยความต้องการใช้ในประเทศเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7 ต่อปี ระหว่างปี 2551 – 2555 ดังตารางที่ 4.7 โดยความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นในประเทศสืบเนื่องจากความต้องการจากภาคอุตสาหกรรมที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.7 อุปสงค์ของน้ำมันสำหรับและอ้อยเพื่อใช้ในประเทศและแปรรูปเพื่อการส่งออก

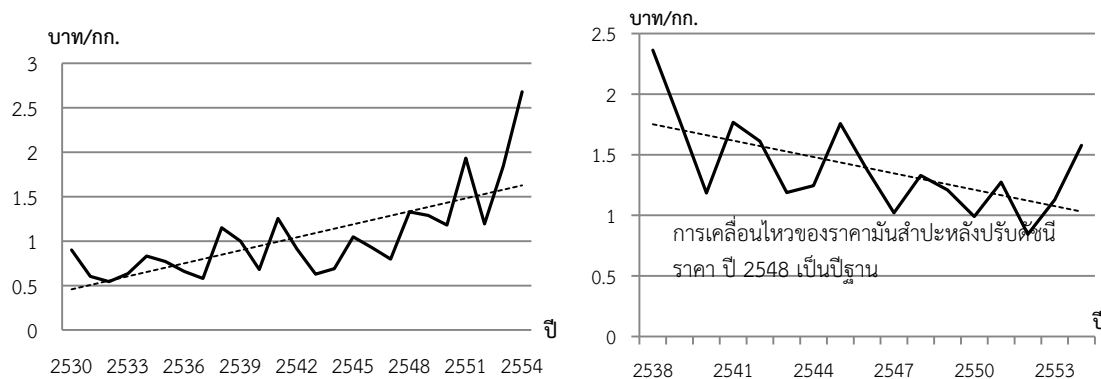
อุปสงค์น้ำมันสำหรับ	2551	2552	2553	2554	2555	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
ใช้ในประเทศ						
(ล้านตันหัวมันสด)	9.65	8.16	7.73	6.59	6.80	-8%
แปรรูปเพื่อการส่งออก						
(ล้านตันหัวมันสด)	15.5	21.83	14.27	15.31	22.6	15%
อุปสงค์อ้อย						
ใช้ในประเทศ						
(ล้านตันอ้อย)	16.92	18.58	20.37	22.17	22.64	7%
แปรรูปเพื่อการส่งออก						
(ล้านตันอ้อย)	56.57	48.23	48.43	73.78	75.76	10%

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556

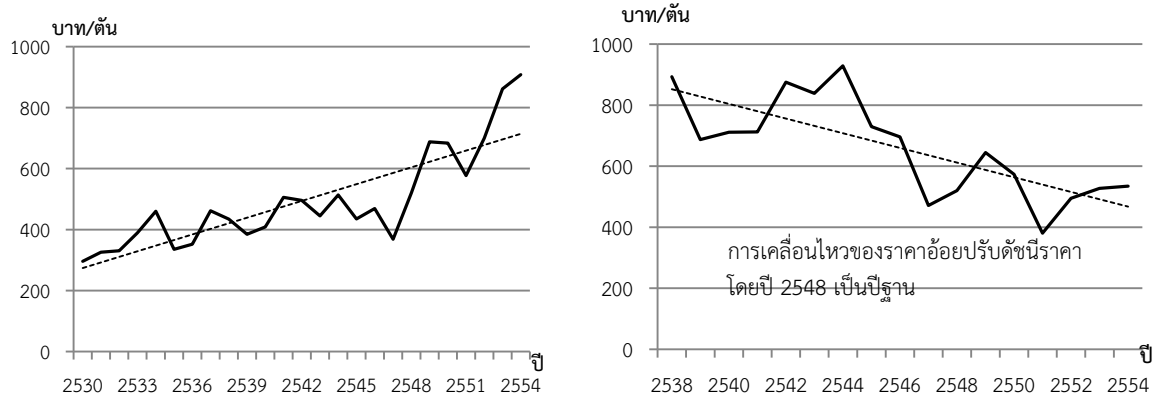
2) แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคามันสำปะหลังและอ้อย

ราคาของพืชพลังงานทั้งอ้อยและมันสำปะหลังที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากภาพที่ 4.4 (ซ้าย) พบว่า แนวโน้มของราคามันสำปะหลังสูงขึ้นอย่างมาก โดยเฉลี่ยร้อยละ 11 ต่อปี นับจากปี พ.ศ.2530 - 2554 และเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 40 ในช่วงปี พ.ศ.2553 - 2554 ที่ผ่านมา จากราคาโลกรัมละ 1.19 บาทในปี พ.ศ.2552 เป็น 2.68 บาทในปี พ.ศ.2554 เช่นเดียวกับแนวโน้มของราคาอ้อยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉลี่ยร้อยละ 6 ต่อปี โดยในปี พ.ศ.2552 ราคาอ้อยเท่ากับ 700 บาทต่อตัน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 908 บาทต่อตันในปี พ.ศ.2554 ภาพที่ 4.5 (ซ้าย)

และเมื่อพิจารณาแนวโน้มของราคาเปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา โดยในช่วงหลังปี พ.ศ.2547 พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของราคามันสำปะหลังเฉลี่ยร้อยละ 20 ต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนหน้าคือระหว่างปี พ.ศ.2539 - 2546 พบว่าระดับราคามันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียงร้อยละ 3.8 ต่อปีเท่านั้น แสดงให้เห็นถึงการปรับตัวของราคามันสำปะหลังที่เกิดขึ้นจากความต้องการใช้ที่มากขึ้นจากอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิ อาหารสัตว์ เอทานอล และแป้ง เป็นต้น เช่นเดียวกันกับอ้อย ซึ่งเมื่อนำการเปลี่ยนแปลงของราคา 2 ช่วงเวลาเปรียบเทียบกันพบว่าในช่วงปี พ.ศ.2547 เป็นต้นมา ราคาอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 10.7 ต่อปี ในขณะที่ปี พ.ศ.2539 - 2546 พบว่าระดับราคาอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเพียงร้อยละ 1.8 ต่อปีเท่านั้น



ภาพที่ 4.4 (ซ้าย) ราคามันสำปะหลังปี พ.ศ.2530 - 2554 และแนวโน้มราคา (ขวา) ราคามันสำปะหลังปี พ.ศ.2538 - 2554 ปรับดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร โดยปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน

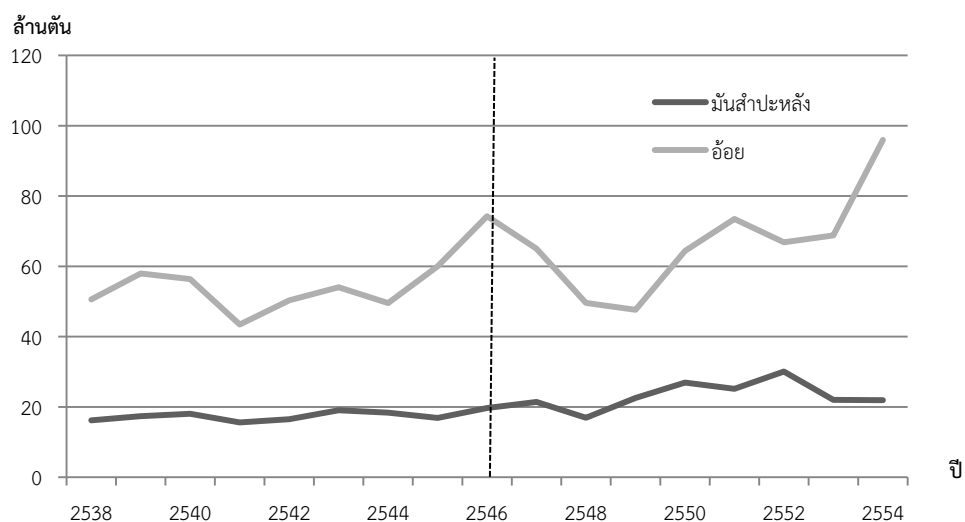


ภาพที่ 4.5 (ซ้าย) ราคาอ้อยปี พ.ศ.2530 – 2554 และแนวโน้มราคา (ขวา) ราคาอ้อยปี พ.ศ.2538 – 2554 ปรับดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร โดยปี พ.ศ.2548 เป็นปีฐาน

เมื่อนำราคาของมันสำปะหลังและอ้อยมาคำนวณเพื่อหาระดับราคาที่แท้จริงโดยการปรับด้วย ดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร โดยปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐานพบว่าราคาที่แท้จริง ในช่วงปี พ.ศ. 2547-2554 เปรียบเทียบกับปีฐาน มีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในทั้งมันสำปะหลังและ อ้อย ดังภาพที่ 4.4 (ขวา) และ ภาพที่ 4.5 (ขวา) ทั้งนี้เนื่องจากราคาสินค้าเกษตรในกลุ่มธัญพืชและพืช อาหารมีดัชนีราคาที่สูง แสดงถึงราคาธัญพืชและพืชอาหารที่สูงขึ้นในทุกชนิด ดังนั้น ถึงแม้ว่าราคาที่ เกษตรกรได้รับจากมันสำปะหลังและอ้อยจะสูงมากในปัจจุบัน แต่เมื่อคำนึงถึงระดับราคาที่แท้จริงแล้ว กลับต่ำกว่าในปีฐาน หรือปี พ.ศ. 2548 อย่างมาก หรือสะท้อนให้เห็นว่า ข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร นั้น เป็นสินค้าที่มีราคาสูงขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่อง

3) แนวโน้มการใช้ที่ดินในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย

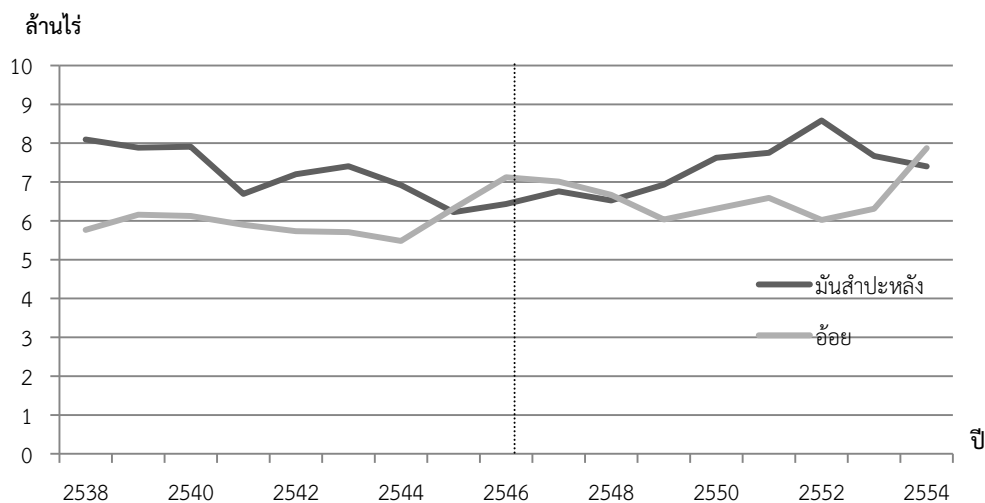
ผลที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากแนวโน้มของราคามันสำปะหลังและอ้อยที่เพิ่มขึ้น ได้ส่งผลให้เกิด แรงจูงใจในการผลิตที่เพิ่มขึ้น แสดงได้จากปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยที่เพิ่มขึ้น ซึ่งม ีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับระดับราคา โดยในช่วงปี พ.ศ. 2538 – 2554 ปริมาณการผลิตมัน สำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.5 ต่อปี ในขณะที่ผลผลิตอ้อยเพิ่มเฉลี่ยมากถึงร้อยละ 6 ต่อปี ดังภาพที่ 4.6 และเมื่อพิจารณา เป็น 2 ช่วงเวลา ระหว่าง ปี พ.ศ. 2539-2546 พบว่า ผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้น เฉลี่ยร้อยละ 3 ต่อปี และระหว่างปี พ.ศ. 2547-2554 พบว่าผลผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ต่อปี ในขณะที่การผลิตอ้อยในช่วงปี พ.ศ. 2539-2546 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 6 ต่อปี และ ในช่วง 2547-2554 มีผลผลิตเพิ่มขึ้นเฉลี่ยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 5.3 ต่อปี



ภาพที่ 4.6 ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

สำหรับการปรับตัวของการใช้ที่ดินเพื่อทำการผลิตมันสำปะหลังและอ้อยนั้น พบว่าปี 2538 – 2554 มันสำปะหลังมีการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.9 ต่อปี แต่อ้อยมีการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกมากขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.5 ต่อปี และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบพบว่าในช่วงปี 2539 – 2546 มันสำปะหลังมีอัตราการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2.5 ต่อปี ในทางตรงกันข้ามอ้อยมีอัตราการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกมากขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3 ต่อปี และในช่วงปี พ.ศ. 2547-2554 พบว่า มันสำปะหลังมีอัตราการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี และอ้อยมีอัตราการใช้ที่ดินในการเพาะปลูกเฉลี่ยร้อยละ 1.75 ต่อปี แสดงให้เห็นว่า การใช้ที่ดินเพื่อเพาะปลูกมันสำปะหลังมีมากขึ้น แต่การใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกอ้อยกลับมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่ต่ำกว่าช่วง 2539 – 2546 ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในการขยายปริมาณผลผลิตและการใช้ที่ดินสำหรับมันสำปะหลัง อย่างชัดเจน ในขณะที่ อ้อย ยังคงไม่ได้มีผลกระทบมากนัก และการปรับตัวที่ผ่านมาของอ้อยไม่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความต้องการพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด



ภาพที่ 4.7 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

4) แนวโน้มการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย

เมื่อคำนึงถึงความก้าวหน้าในประสิทธิภาพในการผลิตพืชพลังงานของภาคเกษตรที่ผ่านมา โดยพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตต่อไร่ที่เกษตรกรเก็บเกี่ยวได้ พบว่ามันสำปะหลังและอ้อยต่างเป็นพืชที่มีการปรับเปลี่ยนประสิทธิภาพการผลิตได้เป็นอย่างดี มีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อพิจารณาช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงเป็น 4 ช่วง ช่วงละ 4 ปี คือ ช่วงที่ 1 ปี พ.ศ. 2539-2542 ช่วงที่ 2 ปี พ.ศ. 2543-2546 ช่วงที่ 3 ปี พ.ศ. 2547-2550 และช่วงที่ 4 ปี พ.ศ. 2551-2554 จากตารางที่ 4.8 พบว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ ของมันสำปะหลัง เพิ่มขึ้นจาก ช่วงที่ 1 ที่เท่ากับ 2,371 กก. ต่อไร่ เป็น 3,272 กก. ต่อไร่ ในช่วงที่ 4 หรือกล่าวได้ว่าในระยะเวลา 16 ปี เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังได้เฉลี่ยถึง 900 กก. ต่อไร่ เช่นเดียวกันกับอ้อยพบว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของอ้อย เพิ่มขึ้นจาก ช่วงที่ 1 ที่เท่ากับ 8,692 กก. ต่อไร่ เป็น 11,337 กก. ต่อไร่ในช่วงที่ 4 ซึ่งพบว่าในระยะเวลา 16 ปีที่ผ่านมา เกษตรกรสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอ้อยได้เฉลี่ยถึง 2,645 กก. ต่อไร่ ทั้งนี้การปรับปรุงในประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างมากของเกษตรกร มาจากหลายปัจจัย อาทิ การปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงดิน การใช้ปุ๋ย การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต รวมถึงบทบาทของการวิจัยและพัฒนา ที่มีส่วนให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากในระยะเวลาที่ผ่านมา และส่งผลให้เกิดศักยภาพที่สูงขึ้นของการพัฒนาพืชพลังงานจากมันสำปะหลังและอ้อย

ตารางที่ 4.8 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังและอ้อยในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1 2539-42	ช่วงที่ 2 2543-46	ช่วงที่ 3 2547-50	ช่วงที่ 4 2551-54	ช่วงที่ 1-2	ช่วงที่ 2-3	ช่วงที่ 3-4
มันสำปะหลัง	2,371	2,830	3,259	3,272	19.36	15.15	0.41
อ้อย	8,692	9,608	8,699	11,337	10.54	(9.46)	30.33

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555 และจากการคำนวณ

5) การปรับตัวในการส่งออก

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกหลักในผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในตลาดโลก โดยมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 70 ของโลก ประเทศคู่แข่งชั้นรองลงมาคือ เวียดนาม และอินโดนีเซีย มีส่วนแบ่งการตลาดรวมกันประมาณร้อยละ 13 ซึ่งประเทศผู้นำเข้าหลักจากไทยดังนี้คือ ประเทศจีนเป็นลูกค้าหลักในการนำเข้ามันเส้นและแป้งมัน เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ เอทานอล แป้งมันสำปะหลังเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและสิ่งทอ ประเทศญี่ปุ่นเป็นลูกค้าหลักในการนำเข้ามันอัดเม็ดและแป้งมัน โดยมันอัดเม็ดนำเข้าเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และแป้งมันเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร

จากสถิติการส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ปี พ.ศ. 2550-2554 ดังตารางที่ 4.9 พบว่า มันเส้น มันอัดเม็ด มีแนวโน้มการส่งออกลดลงเฉลี่ยร้อยละ 55 ต่อปี เนื่องจากตลาดในประเทศยุโรปลดการนำเข้ามันอัดเม็ดจากไทยลงอย่างต่อเนื่องจากการที่ผู้ผลิตอาหารสัตว์ในยุโรปหันไปใช้ธัญพืชอื่นเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์แทนมันสำปะหลัง ในขณะที่การส่งออกมันเส้นเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 43 เนื่องจากประเทศจีนมีความต้องการมันเส้นเพื่อนำไปผลิตเอทานอลมีมากขึ้นเช่นกัน และในทิศทางเดียวกันส่งผลให้ราคาส่งออกมันเส้นสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในปี พ.ศ. 2554 เช่นเดียวกับกากมันสำปะหลังถูกนำมาใช้ในการผลิตอาหารสัตว์เพื่อทดแทนมันเส้นที่มีราคาแพง ส่งผลให้ราคากากมันสำปะหลังสูงขึ้นเช่นกัน และส่งออกไปยังต่างประเทศได้ลดลง

ในขณะที่กากน้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลของประเทศไทยยังคงมีการส่งออกแต่ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเนื่องจากการใช้เพื่อการผลิตเอทานอลภายในประเทศ จากตารางที่ 4.10 การส่งออกกากน้ำตาลในปี พ.ศ. 2553 และ 2554 ลดลงจากปี พ.ศ. 2550-2552 ในขณะที่ราคากากน้ำตาลสูงขึ้นอย่างมาก จากราคาตันละ 2,287 บาท ในปี พ.ศ. 2550 เพิ่มขึ้น 3,388 บาท ในปี พ.ศ. 2554

ตารางที่ 4.9 การส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ปี พ.ศ. 2550-2554

ผลิตภัณฑ์		2550	2551	2552	2553	2554	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
มันเส้น	ปริมาณ (ตัน)	2,680,450	1,202,462	4,024,227	4,116,726	3,693,513	43%
	ราคา(บาท/ตัน)	4,154	5,439	4,712	6,120	7,920	
มันอัดเม็ด	ปริมาณ (ตัน)	1,810,781	1,646,730	332,176	156,069	36,964	-55%
	ราคา(บาท/ตัน)	4,349	5,555	4,462	5,031	7,737	
แป้งมัน สำปะหลัง	ปริมาณ (ตัน)	2,206,991	1,987,416	2,496,677	2,431,892	2,681,391	6%
	ราคา(บาท/ตัน)	12,194	14,992	11,814	16,515	17,638	
กากมัน สำปะหลัง	ปริมาณ (ตัน)	407,327	331,775	434,953	537,272	421,532	4%
	ราคา(บาท/ตัน)	3,386	4,710	2,436	3,005	4,672	
หัวมันสดและ อื่นๆ	ปริมาณ (ตัน)	31,002	28,107	26,615	27,718	34,419	3%
	ราคา(บาท/ตัน)	20,290	24,049	24,038	27,033	24,935	
รวม เฉลี่ย	ปริมาณ (ตัน)	7,136,553	5,196,453	7,314,650	7,269,678	6,867,551	2%
	ราคา(บาท/ตัน)	6,716	9,183	7,059	9,423	11,599	

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555ข

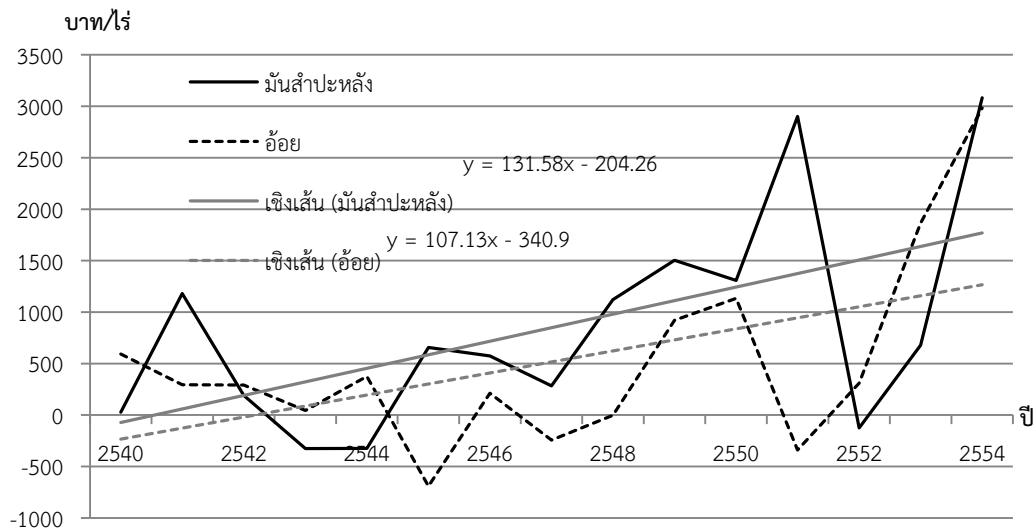
ตารางที่ 4.10 การส่งออกผลิตภัณฑ์กากน้ำตาล ปี พ.ศ. 2550-2554

ผลิตภัณฑ์		2550	2551	2552	2553	2554	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
กากน้ำตาล	ปริมาณ (ตัน)	549,335	786,953	443,769	237,319	396,942	5%
	ราคา(บาท/ตัน)	2,287	2,162	3,230	4,103	3,388	

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555ข

6) แนวโน้มรายได้ของเกษตรกร

รายรับหรือรายได้ที่เกษตรกรได้รับเป็นปัจจัยสำคัญที่จูงใจให้เกษตรกรทำการผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น จากภาพที่ 4.8 แนวโน้มของรายรับสุทธิของเกษตรกร จากผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย โดยคำนวณรายได้สุทธิที่ได้จากการขายผลผลิตหักด้วยต้นทุนในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย พบว่าผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ของมันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอ้อย แต่แนวโน้มของรายรับสุทธิของเกษตรกรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยแนวโน้มรายรับสุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีอัตราการเพิ่มขึ้นของผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 131.6 บาทต่อไร่ต่อปี ในขณะที่แนวโน้มรายรับสุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของผลตอบแทนเท่ากับ 107.1 บาทต่อไร่ต่อปี แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีผลตอบแทนต่อไร่สูงขึ้น หรือรายได้ที่ได้รับจากการผลิตมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้นนั่นเอง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ผลักดันให้มีการผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น



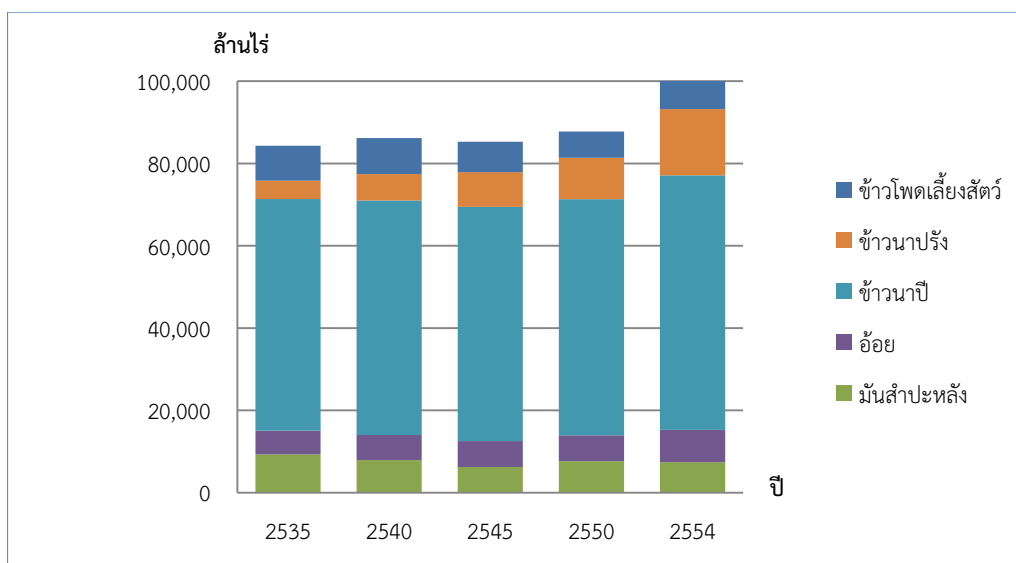
ภาพที่ 4.8 แนวโน้มรายรับสุทธิของเกษตรกร ปี พ.ศ. 2540 - 2554

4.6 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพืชอาหาร

การสร้างควมมั่นคงทางด้านพลังงานจากแสวงหาแหล่งวัตถุดิบที่มีประสิทธิภาพในภาคเกษตร เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง และการพัฒนาของสังคมและเศรษฐกิจไทยที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การขยายการผลิตพืชพลังงาน โดยเฉพาะ มันสำปะหลังและอ้อย ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลง บางส่วนต่อภาคเกษตรทั้งทางด้านการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิต ราคา การส่งออก และรายรับของ เกษตรกร นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่อพืชอาหารอื่นๆ อาทิ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าว ถั่ว และ สับปะรด ทั้งในด้านของการใช้ที่ดิน ประสิทธิภาพการผลิต ราคา ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ ปริมาณ การผลิตปศุสัตว์ รายได้เกษตรกร และราคาอาหารที่ปรับตัวเพิ่มขึ้น ดังต่อไปนี้

1) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิตและการใช้ที่ดิน

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาภาคเกษตรไทยยังคงเป็นภาคการผลิตที่มีบทบาทสำคัญเป็นแหล่งความ มั่นคงทางอาหารของประเทศและของโลก โดยข้าวเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศ โดย ในปี พ.ศ. 2554 พื้นที่ปลูกข้าวทั้งหมดของประเทศเท่ากับร้อยละ 47 ของพื้นที่ดินทางการเกษตรทั้งหมด ของพื้นที่ดินทางการเกษตรทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) และพื้นที่ปลูกข้าวยังคงมี แนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคต ภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า ข้าวนาปีมีพื้นที่ปลูกมากที่สุดใน ทุกช่วง 5 ปี จนถึงปัจจุบันนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 เป็นต้นมา และนาปรังเป็นพืชที่มีการขยายการใช้ที่ดิน เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในรอบ 20 ปีที่ผ่านมา พื้นที่ปลูกอ้อยขยายตัวมากขึ้นเพียงเล็กน้อย ในขณะที่พื้นที่ เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลง เช่นเดียวกับข้าวโพด



ภาพที่ 4.9 สัดส่วนพื้นที่ปลูกพืชไร่

และเมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาของพืชชนิดต่างๆ โดยแบ่งเป็นทั้งหมด 4 ช่วงคือ ช่วงที่ 1 ระหว่างปี พ.ศ. 2539-2542 ช่วงที่ 2 ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2546 ช่วงที่ 3 ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2550 และช่วงที่ 4 ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2554 จากการศึกษาพบว่า ในช่วงที่ 1 และ 2 พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีอัตราการเปลี่ยนแปลงลดลงเท่ากับร้อยละ 9.11 แต่ในช่วงที่ 3 และ 4 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 3.17 ในช่วงเริ่มต้นและในช่วงที่ 4 เพิ่มขึ้นร้อยละ 12.81 จากช่วงที่ 3 ในส่วนของอ้อยพบว่าพื้นที่การปลูกอ้อยในช่วงที่ 2 มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 จากช่วงที่ 1 ในช่วงที่ 3 เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.67 จากช่วงที่ 2 และในช่วงที่ 4 ลดลงเหลือร้อยละ 2.92 ดังตารางที่ 4.11

พืชอาหารโดยเฉพาะข้าวนาปรังนับเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นในอัตราสูงสุด มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 47.51 ในช่วงที่ 4 ในขณะที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงลดลงร้อยละ 12.06 และ 10.2 ในช่วงที่ 2 และ 3 แต่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในช่วงที่ 4 เท่ากับร้อยละ 5.87 สำหรับข้าวนาปียังคงเป็นพืชที่มีการขยายพื้นที่เพาะปลูกอย่างต่อเนื่องซึ่งเท่ากับร้อยละ 1.07 0.38 และ 4.77 ในช่วงที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ และในทางตรงกันข้ามพืชตระกูลถั่วเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกลดลงมาโดยตลอด โดยเฉพาะถั่วลิสง และถั่วเหลือง ซึ่งมีอัตราการลดลงโดยเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 29.4 และ 25 ตั้งแต่ช่วงที่ 1 ถึงช่วงที่ 4 ในปัจจุบัน และสับปะรดเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่ากับร้อยละ 0.6 ในช่วงที่ 4

การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชพลังงานและพืชอาหารยังไม่มีเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบต่ออย่างชัดเจนมากนัก เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่การปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ไม่ได้ส่งผลให้พืชอาหารหลักโดยเฉพาะข้าว ข้าวโพด มีพื้นที่ปลูกลดลง แต่อย่างไรก็ตามด้วยข้อจำกัดของพื้นที่ทำการเกษตรของประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบันยากที่จะเพิ่มหรือขยายให้มากขึ้น ซึ่งส่งผลให้การขยายพื้นที่ปลูกพืชพลังงานย่อมหมายถึงการนำพื้นที่ของพืชชนิดอื่นมาใช้ในการเพาะปลูกแทน และในอนาคตอาจจะทำให้โครงสร้างการปลูกพืชและการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป

ตารางที่ 4.11 พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ค่าเฉลี่ยพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1 2539-42	ช่วงที่ 2 2543-46	ช่วงที่ 3 2547-50	ช่วงที่ 4 2551-54	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
มันสำปะหลัง	7,421,393	6,745,625	6,959,401	7,850,694	(9.11)	3.17	12.81
อ้อย	5,978,714	6,158,001	6,507,440	6,697,777	3.00	5.67	2.92
ข้าวนาปี	56,767,983	57,373,116	57,588,360	60,336,070	1.07	0.38	4.77
ข้าวนาปรัง	6,517,907	8,636,317	9,580,609	14,132,116	32.50	10.93	47.51
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	8,530,156	7,501,596	6,736,675	7,131,891	(12.06)	(10.20)	5.87
ข้าวฟ่าง	692,991	474,179	227,391	210,321	(31.58)	(52.05)	(7.51)
ถั่วเหลือง	1,540,598	1,160,352	894,071	646,519	(24.68)	(22.95)	(27.69)
ถั่วลิสง	569,929	427,203	244,000	194,582	(25.04)	(42.88)	(20.25)
ถั่วเขียว	1,921,421	1,771,974	1,022,440	895,633	(7.78)	(42.30)	(12.40)
สับปะรด	563,264	560,922	626,077	629,804	(0.42)	11.62	0.60

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

2) ประสิทธิภาพการผลิตที่ลดลงของพืชอาหาร

การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตพืชชนิดต่างๆ เป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อย่างมาก ลดต้นทุนการผลิตและเกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีวัตถุดิบเพียงพอทั้งเพื่อการผลิตอาหารและพลังงาน จากตารางที่ 4.12 พบว่าผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังและอ้อย ในช่วง ปี พ.ศ. 2539 – 2554 มีประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้น โดยผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 11.64 ต่อปี ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา เช่นเดียวกับอ้อยที่มีผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.47 ต่อปีในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา ในขณะที่ ข้าวนาปี นาปรัง ข้าวฟ่าง ถั่วลิสง ถั่วเขียว และสับปะรด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงโดยเฉพาะในช่วงที่ 4

ปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตเปลี่ยนแปลง ได้แก่ เทคโนโลยีในการผลิต ทั้งทางด้านพันธุ์ เทคโนโลยีการผลิต การใช้ปุ๋ยและสารเคมี ความชำนาญของแรงงาน รวมถึงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสม โรคระบาดและแมลง ซึ่งประสิทธิภาพที่ลดลงของการผลิตพืชอาหารที่สำคัญบางชนิด ส่งผลกระทบให้ความสามารถในการแข่งขันลดลง เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูงในสินค้าเกษตรชนิดเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ผลิตรายอื่นหรือกับต่างประเทศแสดงให้เห็นถึงการใช้ปัจจัยการผลิตอย่างไม่เต็มที่

ตารางที่ 4.12 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชไร่ในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตัน)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
	2539-42	2543-46	2547-50	2551-54			
มันสำปะหลัง	2,371	2,830	3,259	3,272	19.36	15.15	0.41
อ้อย	8,692	9,608	8,699	11,337	10.54	(9.46)	30.33
ข้าวนาปี	347	408	430	402	17.59	5.33	(6.46)
ข้าวนาปรัง	700	682	679	648	(2.63)	(0.36)	(4.57)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	542	599	622	662	10.65	3.74	6.47
ข้าวฟ่าง	253	288	279	268	13.75	(3.13)	(3.77)
ถั่วเหลือง	229	238	248	264	4.04	4.31	6.45
ถั่วลิสง	249	260	265	255	4.21	2.12	(3.77)
ถั่วเขียว	122	127	123	115	4.53	(3.52)	(6.55)
สับปะรด	3,787	3,634	3,829	3,643	(4.05)	5.37	(4.87)

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554

3) การปรับตัวของราคาของพืชอาหาร

ในขณะที่ราคามันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้ง พืชอาหารอื่นก็เช่นเดียวกันพบว่า ในช่วงที่ 4 พืชอาหารทั้ง ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด ต่างมีอัตราการเพิ่มขึ้นของราคา มากกว่าร้อยละ 25 ดังตารางที่ 4.13 โดยเฉพาะข้าวนาปรังมีอัตราการเพิ่มขึ้นของราคาถึงร้อยละ 53.38 ในช่วงที่ 4 แสดงให้เห็นว่าพืชไร่ทุกชนิด มีราคาที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในช่วงเวลาดังกล่าว

แต่เมื่อคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาที่เกิดขึ้นจริงตามดัชนีราคาสินค้าเกษตรกลุ่มธัญพืชและอาหาร พบว่า มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีราคาเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 9.98 ต่อปี และเมื่อนำราคาพืชดังกล่าวมาปรับด้วยดัชนีราคา พร้อมทั้งหาอัตราการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 4.14 พบว่าโดยเฉลี่ยราคามันสำปะหลังแท้จริงที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดถึงร้อยละ 10.22 รองลงมาคือ อ้อย เท่ากับ ร้อยละ 3.95 ในขณะที่พืชอาหารทั้งข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และสับปะรด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของราคาที่เกิดขึ้นจริงเฉลี่ยลดลง

ตารางที่ 4.13 ราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย (บาทต่อกก.)				อัตรา		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4	การเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	2539-42	2543-46	2547-50	2551-54	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
มันสำปะหลัง	0.96	0.82	1.15	1.91	(14.41)	39.56	66.43
อ้อย*	448.75	465.74	564.85	761.44	3.79	21.28	34.80
ข้าวนาปี*	5,695.35	4,885.20	7,071.29	9,383.08	(14.22)	44.75	32.69
ข้าวนาปรัง*	5,266.79	4,367.07	6,279.59	9,631.47	(17.08)	43.79	53.38
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	4.08	4.09	5.43	7.05	0.07	32.89	29.83
ข้าวฟ่าง	3.19	3.23	5.03	6.32	1.26	55.36	25.68
ถั่วเหลือง	8.92	9.95	11.72	14.80	11.50	17.78	26.36
ถั่วลิสง	11.03	13.00	14.59	21.56	17.87	12.28	47.76
ถั่วเขียว	12.26	13.45	17.48	25.02	9.73	29.97	43.10
สับปะรด	3.37	3.05	3.78	5.21	(9.36)	24.02	37.67

หมายเหตุ : * หน่วยเป็นบาทต่อตัน และค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554

ตารางที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงของราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยและราคาที่แท้จริง ปี พ.ศ. 2547-2554

รายการ	ราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย ปี 2547-2554 (บาท/กก.)	อัตราการเปลี่ยนแปลงของ ราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย ปี 2547-2554	ราคาที่แท้จริงเฉลี่ย ปี 2547-2554 (ปรับดัชนีราคา)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ของราคาที่แท้จริง เฉลี่ย ปี 2547-2554
มันสำปะหลัง	1.53	25.77	1.17	10.22
อ้อย*	663.15	15.28	518.22	3.95
ข้าวนาปี*	8,227	7.59	6,543.12	(3.37)
ข้าวนาปรัง*	7,955	11.07	6,256.34	(2.18)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	6.24	9.62	4.93	(2.23)
ข้าวฟ่าง	5.67	11.08	4.50	1.49
ถั่วเหลือง	13.26	5.31	10.59	(5.50)
ถั่วลิสง	18.08	7.93	14.31	(2.94)
ถั่วเขียว	21.25	12.02	16.73	2.63
สับปะรด	4.50	8.76	3.60	(1.49)

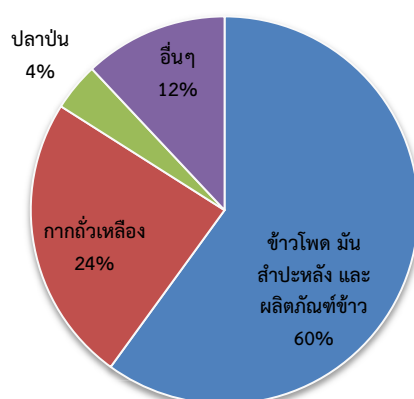
หมายเหตุ : * หน่วยเป็นบาทต่อตัน ค่าในวงเล็บติดลบ และใช้ดัชนีราคาสินค้าเกษตรหมวดพืชไร่ โดยปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554 และจากการคำนวณ

จากการเพิ่มขึ้นของราคาที่แท้จริงของพืชพลังงานในช่วงปี พ.ศ. 2547-2554 ส่งผลให้เกษตรกรได้รับราคาที่สูงขึ้นอย่างแท้จริงและต่อเนื่อง ทั้งมันสำปะหลังและอ้อย ในขณะที่พืชอื่นกลับมีราคาที่แท้จริงเฉลี่ยลดลง ส่งผลให้เกษตรกรได้รับราคาที่ลดลง เมื่อปรับด้วยดัชนีราคาสินค้าเกษตร หมวดธัญพืชและพืชอาหาร จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของรายได้ที่แท้จริงของเกษตรกรที่ปลูกพืชมันสำปะหลังและอ้อย และแนวโน้มที่ลดลงของรายได้ที่แท้จริงของเกษตรกรที่ปลูกพืชอาหารอื่น

4) การปรับตัวในภาคปศุสัตว์จากต้นทุนอาหารสัตว์ที่เพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงของราคามันสำปะหลัง อ้อย และข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์โดยตรง เนื่องจากวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์ร้อยละ 60 มาจากข้าวโพด มันสำปะหลัง และผลิตภัณฑ์ข้าว อีกร้อยละ 24 มาจากกากถั่วเหลือง ดังภาพที่ 4.10 และจากปริมาณการเลี้ยงสัตว์หรือการผลิตสินค้าปศุสัตว์ของไทย พบว่าการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 21 ต่อปี ส่งผลให้ความต้องการใช้อาหารสัตว์เพิ่มขึ้นในสัดส่วนเดียวกัน (ตารางที่ 4.15) สำหรับการเลี้ยงสุกรมีอัตราการเลี้ยงเฉลี่ยลดลงร้อยละ 3 อันเนื่องมาจากภาวะต้นทุนการเลี้ยงที่สูงขึ้น ส่งผลให้ผู้เลี้ยงสุกรบางรายประสบภาวะขาดทุน และบางรายต้องเลิกกิจการ โดยเฉพาะผู้ประกอบการรายย่อย แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการผลิตอาหารสัตว์ไทยยังคงมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องที่ร้อยละ 3.8 ต่อปี (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2555)



ภาพที่ 4.10 โครงสร้างการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์

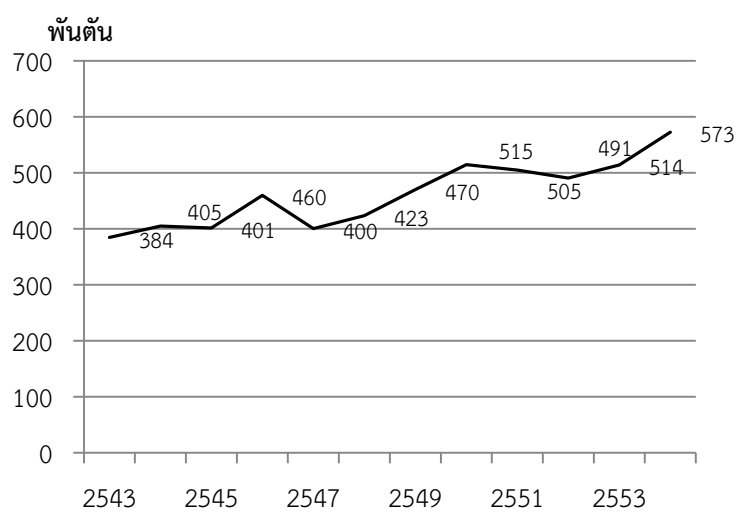
ที่มา : สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2555

ตารางที่ 4.15 ปริมาณการผลิตสินค้าปศุสัตว์ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2554

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
สุกรมีชีวิต 100 กก. ขึ้นไป (พันตัว)	12,257	13,314	13,544	12,087	11,770	12,099	11,889	(3.00)
ไก่รุ่นพันธุ์เนื้อ (ล้านตัว)	817	849	879	920	917	970	994	21.66
ไข่ไก่คละ (ล้านฟอง)	7,811	8,554	8,990	9,426	9,618	9,787	10,024	28.33

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

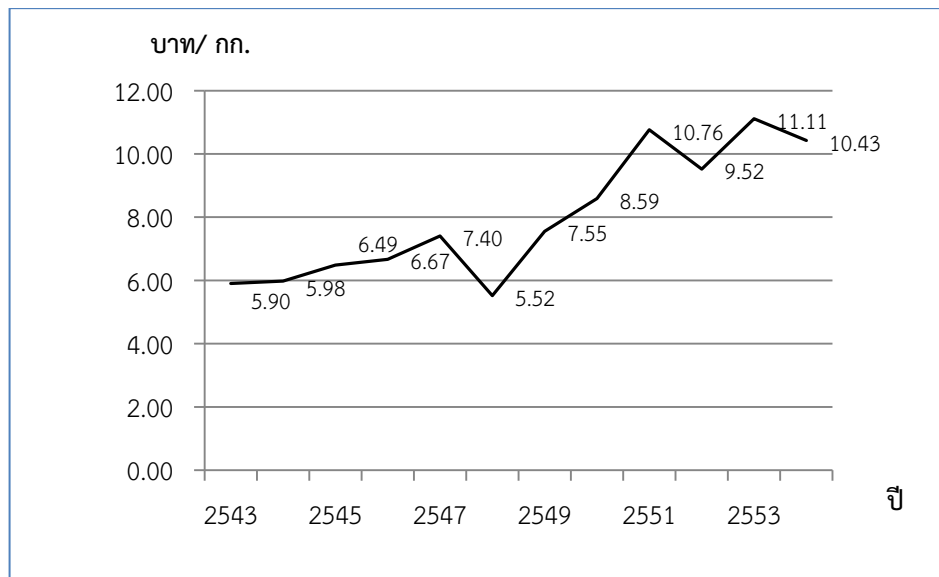
อุตสาหกรรมอาหารสัตว์นับเป็นอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตปศุสัตว์ ดังนั้นเมื่อแนวโน้มของอุตสาหกรรมเลี้ยงสัตว์เพิ่มมากขึ้นย่อมส่งผลถึงอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ โดยปริมาณความต้องการอาหารสัตว์ของไก่เนื้อเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 5.3 ต่อปี ของไก่ไข่เท่ากับร้อยละ 5.4 ต่อปี ของสุกรเท่ากับร้อยละ 1.9 ต่อปี (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2555) และเมื่อพิจารณาถึงวัตถุดิบหลักโดยเฉพาะมันเส้นที่ใช้ในอาหารสัตว์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นความต้องการใช้มันสำปะหลังที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยในการผลิตอาหารสัตว์ ประกอบกับแนวโน้มของราคามันสำปะหลังสูงขึ้น ย่อมทำให้ราคาต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 4.11 แนวโน้มปริมาณการใช้วัตถุดิบมันเส้นในการผลิตอาหารสัตว์

ที่มา : สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2555 และจากการคำนวณ

จากภาพที่ 4.12 แสดงถึงต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นับจากปี พ.ศ. 2543 ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์เท่ากับ 5.9 บาทต่อกิโลกรัม เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.64 ต่อปี จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 10.43 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นผลกระทบที่เกิดจากต้นทุนอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าปศุสัตว์สูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน และส่งผลให้ราคาผลิตภัณฑ์จากปศุสัตว์สำหรับผู้บริโภคเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากดัชนีราคาสินค้าปศุสัตว์ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2554 (ตารางที่ 4.16) พบว่าดัชนีราคาสินค้าหมวดปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2554 เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2548 เท่ากับร้อยละ 27 โดยดัชนีราคาสุกรเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุด



ภาพที่ 4.12 ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์
ที่มา : สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2555

ตารางที่ 4.16 ดัชนีราคาสินค้าปศุสัตว์ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2548-2554

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554
หมวดปศุสัตว์	100.00	91.77	85.79	102.71	106.57	115.12	126.99
สุกรมีชีวิต (100 กก. ขึ้นไป)	100.00	94.98	77.36	107.63	114.79	121.06	131.99
ไก่รุ่นพันธุ์เนื้อ	100.00	87.93	93.78	103.75	105.80	119.22	130.43
โคเนื้อขนาดกลาง	100.00	103.60	99.09	91.65	92.74	90.15	103.52

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

ผลกระทบจากการความต้องการใช้มันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมอื่นๆ ในขณะที่มันสำปะหลังยังคงเป็นที่ต้องการในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ดังนั้นจึงเกิดการแข่งขันระหว่างการใช้มันสำปะหลังเพื่อผลิตอาหาร อาหารสัตว์ และพลังงาน ส่งผลกระทบให้ราคามันสำปะหลังสูงขึ้น ซึ่งต่อเนื่องไปถึงต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

5) เกษตรกรที่ปลูกพืชอาหารมีแนวโน้มรายได้เพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาถึงสวัสดิการของเกษตรกรจากรายรับสุทธิต่อไร่ของการปลูกพืชชนิดต่างๆ พบว่าเกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ต่างมีแนวโน้มของรายรับสุทธิต่อไร่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องดังรายละเอียดข้างต้น และในขณะที่เกษตรกรที่ปลูกพืชอาหาร กลับไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันอันเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่เพิ่มขึ้น ผลผลิตเฉลี่ยไม่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้รายรับสุทธิเฉลี่ยต่อไร่ลดลง

ต้นทุนการผลิตพืชทุกชนิดมีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น จากตารางที่ 4.17 พบว่าในช่วงที่ 3 และ ช่วงที่ 4 นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมา ต้นทุนการผลิตพืชไร่แต่ละประเภทมีต้นทุนที่สูงขึ้น โดย ต้นทุนการผลิตในช่วงที่ 3 ของพืชไร่ทุกประเภทเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 2 มากกว่าร้อยละ 20 โดยเฉลี่ย และ ต้นทุนการผลิตในช่วงที่ 4 ของพืชไร่ทุกประเภทเพิ่มขึ้นจากช่วงที่ 3 มากกว่าร้อยละ 50 โดยเฉลี่ย

ตารางที่ 4.17 ต้นทุนการผลิตเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ต้นทุนการผลิตทั้งหมด (บาทต่อไร่)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
	2539-42	2543-46	2547-50	2551-54			
มันสำปะหลัง	1,821.83	2,193.52	2,676.29	4,530.28	20.40	22.01	69.27
อ้อย	3,554.21	4,485.67	4,467.62	7,460.80	26.21	(0.40)	67.00
ข้าวนาปี	1,476.63	1,749.15	2,238.73	3,766.83	18.46	27.99	68.26
ข้าวนาปรัง	2,093.12	2,295.28	3,007.39	4,655.37	9.66	31.03	54.80
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	1,799.60	1,970.03	2,454.22	3,672.98	9.47	24.58	49.66
ข้าวฟ่าง	683.22	716.12	803.81	1,421.97	4.82	12.24	76.90
ถั่วเหลือง	1,802.86	1,915.92	2,209.77	3,032.09	6.27	15.34	37.21
ถั่วลิสง	2,169.36	2,753.12	3,331.78	4,232.22	26.91	21.02	27.03
ถั่วเขียว	943.30	1,113.71	1,355.26	1,928.22	18.07	21.69	42.28
สับปะรด	6,395.32	7,164.50	9,155.02	11,813.07	12.03	27.78	29.03

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

เมื่อคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเฉลี่ยของพืชแต่ละชนิด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 – 2554 ดังตารางที่ 4.18 พบว่ามีอัตราเพิ่มขึ้นทุกปีเฉลี่ยร้อยละ 10 ต่อปี และเมื่อปรับค่าต้นทุนด้วยดัชนีราคาสินค้าเกษตรหมวดพืชไร่ พบว่านับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมาอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนที่แท้จริงเฉลี่ยของ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวนาปี ข้าวฟ่าง มีอัตราที่สูงขึ้นเพียงเล็กน้อย ในขณะที่ข้าวนาปรัง ข้าวโพด ถั่ว และสับปะรด เป็นพืชที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนที่แท้จริงลดลง

ตารางที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงของต้นทุนการผลิตและต้นทุนที่แท้จริงต่อไร่ ปี พ.ศ. 2547-2554

รายการ	ต้นทุนเฉลี่ย ปี 2547-2554 (บาท/ไร่)	อัตราการเปลี่ยนแปลงของ ต้นทุนเฉลี่ย ปี 2547-2554	ต้นทุนที่แท้จริงเฉลี่ย ปี 2547-2554 (ปรับดัชนีราคา)	อัตราการเปลี่ยนแปลงต้นทุนที่ แท้จริงเฉลี่ย ปี 2547-2554
มันสำปะหลัง	3,603	12.47	2,781	1.32
อ้อย	5,964	12.32	4,597	1.09
ข้าวนาปี	3,003	12.44	2,323	0.05
ข้าวนาปรัง	3,831	10.88	2,985	(1.09)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	3,064	10.86	2,397	(1.30)
ข้าวฟ่าง	1,069	15.33	753	2.28
ถั่วเหลือง	2,621	8.65	2,072	(2.58)
ถั่วลิสง	3,782	6.80	3,017	(4.38)
ถั่วเขียว	1,642	8.69	1,292	(2.72)
สับปะรด	10,484	7.24	8,365	(3.68)

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ และใช้ดัชนีราคาสินค้าเกษตรหมวดพืชไร่ โดยปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554 และจากการคำนวณ

รายรับสุทธิหรือผลตอบแทนต่อไร่ของเกษตรกรคำนวณจากรายได้หักต้นทุนการผลิต โดยรายได้ของพืชแต่ละชนิดคำนวณจากผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่คูณกับราคาที่เกษตรกรได้รับ ดังนั้นเมื่อนำรายได้หักด้วยต้นทุนจะได้รายรับสุทธิต่อไร่ หรือคือผลตอบแทนที่เกษตรกรได้รับจากการผลิต ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งของสวัสดิการของเกษตรกรในการเพาะปลูกพืชชนิดนั้น ในขณะที่ต้นทุนการปลูกพืชแต่ละชนิดต่างเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ราคาที่เกษตรกรขายได้จะเพิ่มในทิศทางเดียวกัน แต่ในพืชบางชนิด เช่น ข้าวนาปี และข้าวฟ่าง เป็นพืชที่เกษตรกรมีรายรับสุทธิเป็นลบหรือขาดทุน ดังตารางที่ 4.19 ในช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2554 และพบว่าพืชไร่โดยส่วนใหญ่ เกษตรกรมีรายรับสุทธิต่อไร่เพิ่มขึ้น โดยอ้อยเป็นพืชที่มีรายรับสุทธิต่อไร่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ในช่วงที่ 4 เกษตรกรมีรายรับสุทธิเพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 166.45 รองลงมาคือ ถั่วลิสง ร้อยละ 137

ตารางที่ 4.19 รายรับสุทธิเฉลี่ยต่อไร่ของพืชไร่ในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	รายรับสุทธิเฉลี่ยต่อไร่ (บาทต่อไร่)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4
	2539-42	2543-46	2547-50	2551-54			
มันสำปะหลัง	465.34	145.02	1,053.82	1,633.60	(68.84)	626.70	55.02
อ้อย	392.73	(15.24)	451.92	1,204.15	(103.88)	3,064.78	166.45
ข้าวนาปี	489.60	248.50	800.62	(18.16)	(49.25)	222.19	(102.27)
ข้าวนาปรัง	1,684.76	680.86	1,258.54	1,641.25	(59.59)	84.85	30.41
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	353.76	480.65	926.46	991.80	35.87	92.75	7.05
ข้าวฟ่าง	130.81	217.27	591.22	(1,018.86)	66.09	172.11	(272.33)
ถั่วเหลือง	226.20	454.71	705.59	879.47	101.02	55.17	24.64
ถั่วลิสง	703.02	624.46	535.63	1,268.14	(11.17)	(14.23)	136.76
ถั่วเขียว	571.48	597.12	790.56	929.34	4.49	32.40	17.56
สับปะรด	6,574.96	3,894.96	5,153.93	7,159.20	(40.76)	32.32	38.91

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

เมื่อคำนึงถึงมูลค่าที่แท้จริงโดยการนำมาปรับด้วยดัชนีราคาสินค้าเกษตรหมวดพืชไร่ โดยปี พ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน และคำนวณหาค่าถดถอยเชิงเส้นของรายรับสุทธิของเกษตรกร พบว่าค่าความชัน (Slope) หรืออัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นแนวโน้ม ของมันสำปะหลัง อ้อย และถั่วลิสง เป็นพืชที่เกษตรกรมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของรายรับสุทธิต่อไร่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 35 บาท/ไร่/ปี อ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 203 บาท/ไร่/ปี และถั่วลิสงเพิ่มขึ้น 6 บาท/ไร่/ปี ดังตารางที่ 4.20 ในทางกลับกัน ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว และสับปะรด เป็นพืชที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงของรายรับสุทธิต่อไร่ลดลงทุกปี โดยสับปะรดลดลงเฉลี่ยปีละ 350 บาท/ไร่/ปี

ตารางที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงของรายรับสุทธิของเกษตรกรและรายรับที่แท้จริงต่อไร่ ปี พ.ศ. 2547-2554

รายการ	รายรับที่เกษตรกรได้รับ เฉลี่ย ปี 2547-2554 (บาท/ไร่)	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของ รายรับเกษตรกรเฉลี่ย (บาท/ไร่/ปี)	รายรับที่แท้จริงเฉลี่ย ปี 2547-2554 (ปรับดัชนีราคา)	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ของรายรับที่แท้จริงเฉลี่ย (บาท/ไร่/ปี)
มันสำปะหลัง	1,344	167	1,005	35
อ้อย	828	340	549	203
ข้าวนาปี	391	(186)	402	(181)
ข้าวนาปรัง	1,450	(80)	1,192	(162)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	959	74	761	(26)
ข้าวฟ่าง	(99)	(377)	38	(197)
ถั่วเหลือง	793	43	630	(28)
ถั่วลิสง	902	139	703	6
ถั่วเขียว	860	62	691	(21)
สับปะรด	6,157	461	5,013	(350)

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ และแนวโน้มคำนวณจากค่าความชันด้วยวิธีการถดถอยอย่างง่าย
ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554 และจากการคำนวณ

จากข้อมูลต้นทุนและรายรับสุทธิของเกษตรกรที่เพาะปลูกพืชอาหารและพืชพลังงานแสดงให้เห็นถึงรายรับสุทธิ โดยรายรับสุทธิจากปลูกพืชส่วนใหญ่ของเกษตรกรเพิ่มขึ้น ยกเว้น ข้าวนาปี นาปรัง และข้าวฟ่าง แต่อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงรายรับสุทธิที่แท้จริง พบว่ามีเพียง มันสำปะหลัง อ้อย และถั่วลิสง เท่านั้นที่เพิ่มขึ้น หรือกล่าวได้ว่าพืชพลังงานมีแนวโน้มให้ผลตอบแทนที่เพิ่มขึ้นแก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่พืชอาหารส่วนใหญ่มีแนวโน้มให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกรลดลง

6) ผลที่เกิดขึ้นกับผู้บริโภคเมื่อราคาสินค้าเกษตรปรับตัวเพิ่มขึ้น

การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับผู้บริโภคทั่วไป คือการเพิ่มขึ้นของราคาอาหารที่มาจากภาคเกษตร ดังตารางที่ 4.20 แสดงดัชนีราคาผู้บริโภคประเทศไทย โดยปี 2550 เป็นปีฐาน พบว่า ดัชนีราคาอาหาร ข้าว แป้งผลิตภัณฑ์น้ำตาล และเนื้อสัตว์ เพิ่มขึ้นทุกผลิตภัณฑ์ ในอัตราส่วนที่มากกว่าดัชนีรวมหรือมากกว่าผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่นำมาคำนวณดัชนีราคาผู้บริโภค โดยดัชนีราคาที่เพิ่มขึ้นสูงสุดคือ ข้าว โดยผลกระทบของราคาสินค้าอาหารที่สูงขึ้นต่อผู้บริโภคนั้น ส่งผลให้ราคาของผู้ที่บริโภคได้รับเพิ่มขึ้น สะท้อนจากดัชนีราคาผู้บริโภคที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีราคาสินค้าหมวดอื่นพบว่าดัชนีราคา

ผู้บริโภครวมทุกรายการมีอัตราการเพิ่มขึ้นต่ำกว่าสินค้าประเภทอาหาร โดยเฉพาะ ข้าว แป้ง และน้ำตาล หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่าสินค้าเกษตรมีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของราคาสินค้าในอัตราที่สูงกว่าสินค้าหมวดอื่นๆ ที่ผู้บริโภคใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 4.21 ดัชนีราคาผู้บริโภคประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547-2554

รายการ	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554
รวมทุกรายการ	93.4	97.8	100	105.4	104.5	108	112.1
ข้าว	88.1	90.8	100	124.9	129.1	146.7	152.1
แป้ง	95.3	96.2	100	127.1	130.4	128.1	128.1
ผลิตภัณฑ์น้ำตาล	89.7	97.5	100	111.3	120.1	125.1	141.4
เนื้อสัตว์ เป็ดไก่ และสัตว์น้ำ	94.6	97.1	100	112.6	120.1	135.96	138.61

ที่มา: กระทรวงพาณิชย์, 2555

4.7 ทางเลือกเชิงนโยบาย : สถานการณ์ที่ผ่านมา

นับตั้งแต่รัฐบาลกำหนดให้นโยบายพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ โดยสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการพึ่งพิงพลังงานจากภายนอก ส่งผลให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องให้ความสนใจกับพลังงานทดแทนมากขึ้น ซึ่งเอทานอลนับเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพชนิดหนึ่งที่ได้ถูกพัฒนาและให้การสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อดำเนินการผลิตและใช้อย่างเป็นรูปธรรม โดยแผนพัฒนาพลังงานทดแทนได้กำหนดกรอบการพัฒนาเอทานอลทั้งในด้านของวัตถุดิบ การผลิต การตลาด การวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เกิดความมีเสถียรภาพและความต่อเนื่องในการผลิต โดยนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้เอทานอล แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ นโยบายทางด้านอุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดหาวัตถุดิบ และการสนับสนุนการผลิตเอทานอล และนโยบายด้านอุปสงค์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตลาดเพื่อเพิ่มความต้องการใช้ของผู้บริโภค ดังต่อไปนี้

นโยบายทางด้านอุปทานเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิต

ด้านวัตถุดิบ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบ เรื่องการผลิตมันสำปะหลัง และอ้อย โดยผลักดันยุทธศาสตร์สำหรับมันสำปะหลังและอ้อย โดยเน้นการบูรณาการนโยบายระหว่างการผลิตในภาคเกษตรกับนโยบายพลังงานทดแทน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิต และไม่ขยายพื้นที่เพาะปลูก ซึ่งได้ดำเนินการเร่งรัดการเพิ่มผลผลิตในพื้นที่ที่เหมาะสม รวมถึงการสนับสนุนอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ส่งเสริมการผลิตและการใช้ในประเทศให้มากขึ้น นอกจากนี้การวิจัยและพัฒนาบุคลากร เพื่อปรับปรุงพันธุ์ ป้องกันและกำจัดโรคแมลง ปรับปรุงและส่งเสริมการใช้พันธุ์พืชดี เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยกรมวิชาการเกษตรได้กระจายท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ดี อาทิ ระยะเวลา 5 ระยะเวลา 7 ระยะเวลา 9 ระยะเวลา 60 และระยะเวลา 72 และของอ้อย ได้แก่ พันธุ์สุพรรณบุรี และขอนแก่น 3 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้เกษตรกรได้นำไปปลูกทดแทนพันธุ์เดิม ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่ปุ๋ยเคมี ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และยังให้คงพื้นที่ปลูกเดิมเพื่อไม่ให้เกิดกระทบกับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ มีเป้าหมายพัฒนาผลผลิตต่อไร่ให้เพิ่มขึ้น โดยจะคงพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังจำนวน 7 ล้านไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 5 ตัน และคงพื้นที่ปลูกอ้อย 7 ล้านไร่ ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 15 ตัน

ด้านส่งเสริมการผลิตเอทานอล กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงพลังงานมีบทบาทในการสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง กากน้ำตาล และพืชทางเลือกอื่นๆ จากการมาตรการทางภาษี การได้รับการส่งเสริมการลงทุน และการส่งเสริมการส่งออก นอกจากนี้ยังส่งเสริมอุตสาหกรรมต่อเนื่อง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียจากการผลิตเอทานอล เช่น การนำกลับมาใช้ด้วยไบโอแก๊ส พัฒนาระบบขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับการวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตเอทานอลอย่างมีประสิทธิภาพ

นโยบายด้านอุปสงค์เพื่อเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล

ด้านส่งเสริมการใช้เอทานอล กระทรวงพลังงานเป็นผู้รับผิดชอบหลัก โดยแผนพลังงานทดแทน 15 ปี ของประเทศไทย กระทรวงพลังงานส่งเสริมให้เกิดการผลิตและการใช้เอทานอลไม่น้อยกว่า 9 ล้านลิตรต่อวันในปี 2565 เพื่อลดการพึ่งพาน้ำมัน เพิ่มมูลค่าและสร้างเสถียรภาพ โดยดำเนินการส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน สนับสนุนการใช้แก๊สโซฮอล์ในรถยนต์ของราชการ และรัฐวิสาหกิจ ประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ประชาชนในการใช้แก๊สโซฮอล์ ยกเลิกการใช้ น้ำมันเบนซิน 91 ภายในตุลาคม 2555 สร้างแรงจูงใจในขยายสถานีบริการ E20 สนับสนุนงบประมาณการวิจัยเพื่อการสร้างแรงจูงใจเพื่อเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล ประชาสัมพันธ์สร้างความเข้าใจน้ำมันแก๊สโซฮอล์ สนับสนุนการผลิตรถยนต์ E85 ในรถยนต์นั่งทั่วไป และ ECO-CAR โดยการลดภาษีสรรพสามิต และปรับปรุงกฎ ระเบียบ ข้อบังคับและกฎหมายต่างๆ เพื่อรองรับการค้าเอทานอลอย่างเสรีในอนาคต

อุปสรรคของการพัฒนา

อย่างไรก็ตามนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมาที่ประเทศไทยเริ่มมีการผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์นั้น อุตสาหกรรมเอทานอลยังไม่เติบโตตามแผนที่ภาครัฐกำหนดไว้เท่าที่ควร ในปี พ.ศ. 2554 ปริมาณการผลิตเอทานอลเท่ากับ 1.3 ล้านลิตรต่อวัน มีความต้องการใช้ในประเทศ 1 ล้านลิตรต่อวัน จึงทำให้มีการส่งออกเอทานอลส่วนเกินมากขึ้น ในขณะที่แผนพัฒนาเอทานอลได้ตั้งเป้าหมายการผลิตเอทานอลในปี พ.ศ. 2554 ที่ 2.96 ล้านลิตรต่อวัน และในปี พ.ศ. 2564 หรืออีก 10 ปีข้างหน้า มีเป้าหมายการผลิตที่ 9 ล้านลิตร

จากปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความไม่สมบูรณ์ของการพัฒนาการผลิตเอทานอลและการใช้ตามแผนพลังงานทดแทน นโยบายพลังงานทดแทนไม่บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด จึงทำให้อุตสาหกรรมเอทานอลยังไม่เติบโตเท่าที่ควร ในขณะที่กำลังการผลิตของโรงงานเอทานอลทั่วประเทศมีกำลังการผลิตมากถึง 12.5 ล้านลิตรต่อวัน จึงเกิดกำลังการผลิตส่วนเกินจำนวนมาก ประเด็นดังกล่าวสืบเนื่องมาจากปัญหาหลัก 2 ประการคือ

- 1) ความต้องการใช้ในประเทศมีปริมาณต่ำหรืออุปสงค์ไม่โต
- 2) การส่งออกของไทยยังทำได้น้อยเนื่องจากมีข้อจำกัดจากภาครัฐทำให้ไม่สามารถร่วมกันขายเพื่อประหยัดต้นทุนการส่งออกและเพื่อต่อราคา

จากทั้งสองปัญหาดังกล่าว ส่งผลต่อเนื่องจากตลาดเอทานอลที่มีปริมาณน้อย ทำให้ผู้ผลิตเอทานอลไม่สามารถดำเนินการผลิตได้เต็มที่ ต้องหยุดการทำงานเป็นช่วงๆ นอกจากนี้ปัจจัยอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องส่งผลกระทบต่อการผลิต ทำให้ปริมาณการผลิตเอทานอลต่ำเนื่องจาก

- 1) ราคาเอทานอลต่ำกว่าราคาอ้างอิง และมีแนวโน้มปรับตัวลดลง จากอุปสงค์ที่มีแนวโน้มลดลง
 - 2) ต้นทุนการผลิตเอทานอลสูง โดยเฉพาะจากมันสำปะหลังเนื่องจากราคาราคาวัตถุดิบที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง
 - 3) เอทานอลจากกากน้ำตาลมีปริมาณจำกัดเนื่องจากปริมาณขึ้นอยู่กับกากน้ำตาลจากโรงงานน้ำตาล
- และปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณการใช้เอทานอลต่ำเนื่องจาก

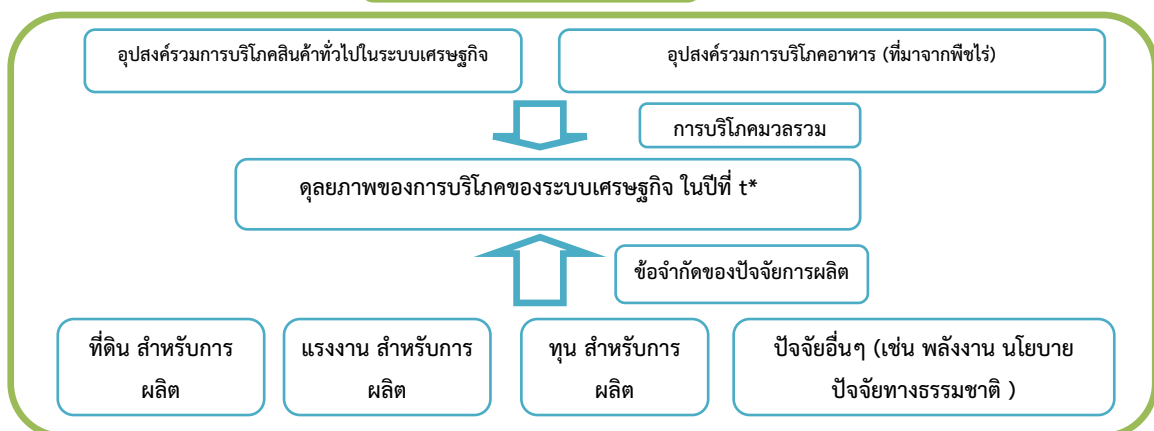
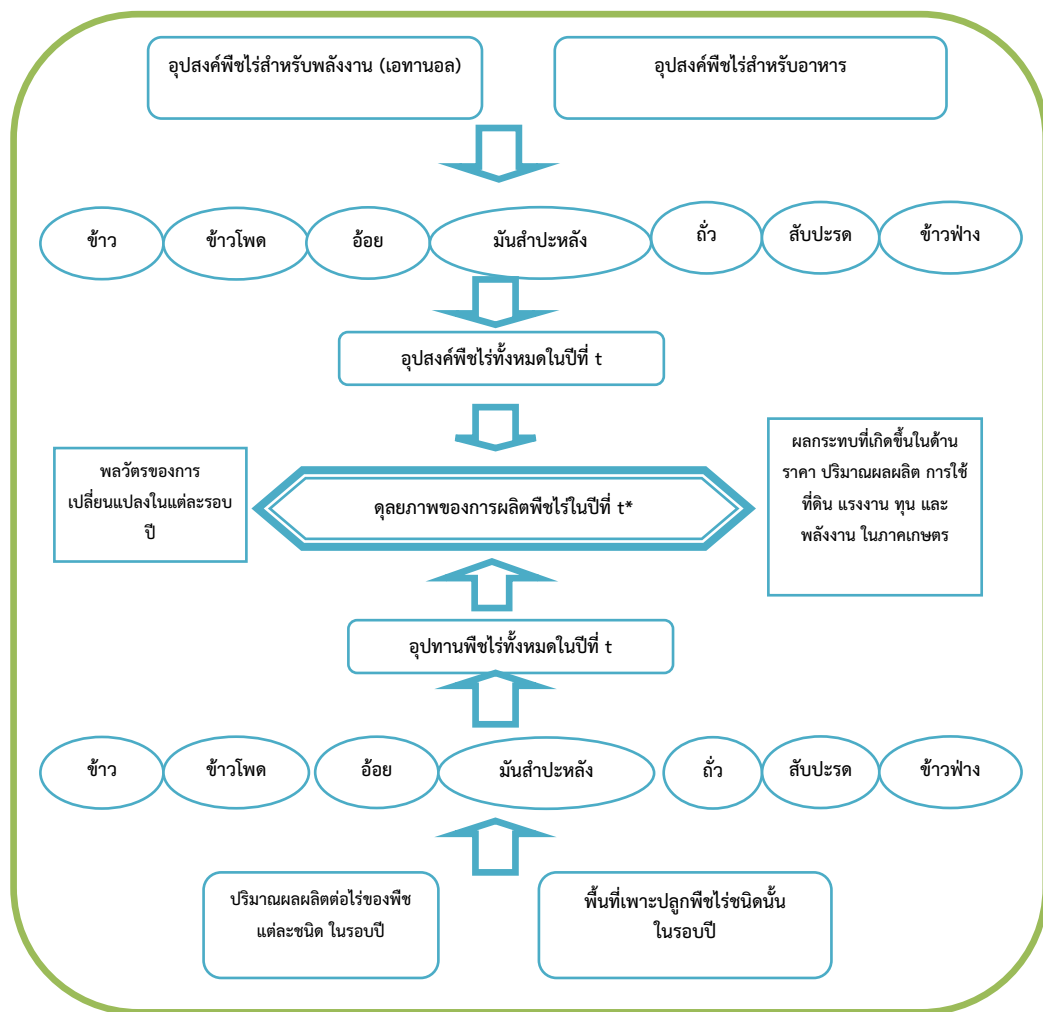
- 1) การลดราคาน้ำมันเบนซินในปี พ.ศ. 2554 ทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้เบนซินแทนแก๊สโซฮอล์ เนื่องจากมีราคาถูกใกล้เคียงกัน
- 2) ผู้บริโภคจำนวนมากนิยมใช้ LPG/NGV เนื่องจากราคาถูกกว่า
- 3) ขาดมาตรการจูงใจให้ผู้บริโภคใช้แก๊สโซฮอล์ ทั้งทางด้านราคาและภาษีรถยนต์
- 4) จำนวนสถานีบริการน้ำมันที่จำหน่ายแก๊สโซฮอล์ E20 มีจำกัด
- 5) เป็นสินค้าที่มีความยืดหยุ่นต่ำ มีสินค้าทดแทนได้ง่าย ผู้บริโภคจึงไม่ใช้อย่างต่อเนื่อง

จากการเรียนรู้ 8 ปีที่ผ่านมา นับเป็นประสบการณ์ที่มีค่ายิ่ง ที่สะท้อนให้เห็นปัญหาและ
ตระหนักถึงความบกพร่องในการพัฒนาการผลิตและการใช้เอทานอลให้เป็นไปตามแผนพัฒนาพลังงาน
ทดแทน หากภาครัฐยังคงมีเป้าหมายตามแผนที่กำหนดไว้ ทุกหน่วยงานและผู้ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้อง
ทบทวนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อแก้ไขและหาทางออกให้กับอุตสาหกรรมเอทานอลอย่างเป็น
รูปธรรมต่อไป

การพัฒนาแบบจำลอง

Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector (PEM-TAS) ประกอบด้วย แบบจำลองมหภาค เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร โดยเน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และแบบจำลองจุลภาค ใช้ในการวิเคราะห์หาแนวโน้มของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร

การศึกษาในส่วนนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองที่จะใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน โดยเริ่มจากการพัฒนากรอบแนวคิดในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งแบ่งเป็นกรอบแนวคิดของแบบจำลองซึ่งมี 2 องค์ประกอบหลักคือ ส่วนที่เป็นแบบจำลองมหภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร โดยเน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และส่วนที่เป็นแบบจำลองจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง สับปะรด และถั่วต่างๆ) โดยวิเคราะห์จากอุปสงค์และอุปทานของพืชไร่ โดยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้จะถูกวิเคราะห์และหาผลกระทบต่อปัจจัยต่างๆ จากทั้งระดับจุลภาคและมหภาค เพื่อหาแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทยในอนาคต เมื่อมีการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน ดังนั้นแบบจำลองดังกล่าวจึงมีชื่อเรียกว่า PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector โดยมีการพัฒนาตามลำดับชั้นภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAC

5.1 กรอบแนวคิดการสร้างแบบจำลอง (Framework of the Model)

แนวคิดของการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS นี้ได้มีการวางกรอบการวิเคราะห์แยกในระดับจุลภาคต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของพืชไร่ ที่มีความแตกต่างของการใช้ที่ดินแตกต่างกัน ดังนั้นแนวคิดของการวิเคราะห์ดุลยภาพในระดับจุลภาคและมหภาคนี้จึงมีความแตกต่างกัน

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดุลยภาพการผลิตพืชพลังงานเพื่อผลิตเอทานอล นั้น มีแนวคิดจากพืชไร่หลัก คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง สับปะรด และถั่วต่างๆ โดยแบ่งเป็น อุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของการผลิตดังนี้คือ

อุปสงค์ของพืชไร่ประกอบด้วย อุปสงค์สำหรับเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตอาหาร ซึ่งมีทั้ง การบริโภคโดยตรง วัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรม และเพื่อการส่งออก และอุปสงค์สำหรับผลิตเป็นพลังงานจากพืชพลังงาน (มันสำปะหลัง อ้อย)

อุปทานของพืชไร่ถูกกำหนดโดย ผลคูณของปริมาณผลผลิตต่อไร่ของพืชชนิดนั้น กับ พื้นที่ทำการผลิตพืชชนิดดังกล่าว

ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ทั้ง ทุน แรงงาน ที่ดิน และปัจจัยอื่นๆ อาทิ เทคโนโลยี ปัจจัยทางธรรมชาติ นโยบายที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ดุลยภาพของอุปสงค์และอุปทานพืชไร่ จะถูกวิเคราะห์แบบ Simultaneous เพื่อให้ได้ดุลยภาพของการผลิตพืชไร่แต่ละชนิดในปี t ซึ่งจะทำให้ได้ดุลยภาพในแต่ละรอบปีซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงการผลิตแบบพลวัตร

5.2 โครงสร้างของแบบจำลอง (Structural of the Model)

จากแนวคิดตามกรอบข้างต้นได้ถูกพัฒนาเป็น PEM-TAS โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก 2 องค์ประกอบคือ แบบจำลองมหภาคและแบบจำลองจุลภาค

แบบจำลองมหภาค (Macro Planning Model)

แบบจำลองที่จะใช้ในการศึกษาครั้งนี้ถูกพัฒนามาจากแนวคิดของการพัฒนาที่ยั่งยืนและทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ทางเศรษฐศาสตร์มหภาค โดยมีแนวคิดมาจาก Optimal Control Theory ด้วยวิธีการของ The Pontryagin Maximum Principle (Leonard and Van Long, 1992) ซึ่งหลักการของ Optimal Control Theory ได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการใช้เพื่อวิเคราะห์การพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) โดยแบบจำลองจะถูกพัฒนาขึ้นประกอบกับการใช้ปัจจัยและตัวแปรที่เหมาะสมกับสถานะเหตุการณ์จริงที่เกิด

โครงสร้างของแบบจำลองมหภาคเป็นแบบจำลองในระบบเศรษฐกิจเปิด (มีภาคการค้าระหว่างประเทศ) โดยอาศัยการวิเคราะห์ในมุมมองของ Continuous time social planner problem ภายใต้ดุลการค้าระหว่างประเทศ และความสมดุลระหว่างสมการการผลิต และความต้องการในการบริโภค ซึ่งแบบจำลองจะทำการประมาณค่าที่ได้รับอรรถประโยชน์สูงสุดของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลาที่ต่อเนื่อง ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ของทรัพยากร ดังสมการที่ (1A.1)-(1A.13)

The objective of the function;

$$\text{Maximize} \quad W = \int_0^T e^{-rt} u(y_t^d, B_{Ca} \cdot Ca_t^d, B_{Sud} \cdot Su_t^d) dt \quad (5A.1)$$

$$\frac{dk_t}{dt} = I_t - \delta k_t \quad (5A.2)$$

$$y_t^d + y_t^{ex} + I_t - F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y) = 0 \quad (5A.3)$$

$$Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca}) \leq 0 \quad (5A.4)$$

$$Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su}) \leq 0 \quad (5A.5)$$

$$Su_t^M = B_{Sum}(Su_t^d + Su_t^{ex}) \quad (5A.6)$$

$$E_t - F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E) \leq 0 \quad (5A.7)$$

$$k_t - k_t^y - k_t^{Ca} - k_t^{Su} - k_t^E = 0 \quad (5A.8)$$

$$\bar{N} - N_t^y - N_t^{Ca} - N_t^{Su} - N_t^E = 0 \quad (5A.9)$$

$$\bar{L} - L_t^y - L_t^{Ca} - L_t^{Su} = 0 \quad (5A.10)$$

$$U_t^{im} + U_t^d + E_t - U_t^y - U_t^{Ca} - U_t^{Su} - U_t^E = 0 \quad (5A.11)$$

$$B_{Ca} \cdot Ca_t^{ex} + B_{Suex} \cdot Su_t^{ex} + y_t^{ex} B_{yex} = A_{Uim} \cdot U_t^{im} \quad (5A.12)$$

$$k_0 = k^0, k_T = k^T \quad (5A.13)$$

การอธิบายความหมายของสมการและตัวแปร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากสมการที่ (5A.1)-(5A.13) ในทุกสมการจะหมายถึงดุลยภาพ ณ ช่วงเวลา t และดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาจะถูกระบุไว้ตั้งแต่เวลา $0-T$ ดังนั้นตัวแปรทุกตัวในสมการจึงอ้างอิงด้วยสัญลักษณ์ t โดยแต่ละสมการสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

สมการที่ (5A.1) สมการวัตถุประสงค์ซึ่งจำลองมาจากฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจที่ได้ปรับค่าตามอัตราคิดลด (r) ในช่วงเวลา $0-T$ ซึ่งในฟังก์ชันอรรถประโยชน์ประกอบไปด้วยตัวแปร y_t^d = consumption of composite commodity หรือ การบริโภคและการใช้ภายในประเทศของสินค้าทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจ (ไม่รวมสินค้าที่มาจากพืชพลังงาน) Ca_t^d = domestic consumption of Cassava หรือ การบริโภคและการใช้ภายในประเทศของมันสำปะหลัง Su_t^d = domestic consumption of Sugar cane หรือ การบริโภคและการใช้ภายในประเทศของอ้อย

สมการที่ (5A.2) $\frac{dk_t}{dt} = I_t - \delta k_t$ คือ สมการมูลค่าเพิ่มสุทธิของทุนทางกายภาพในระบบเศรษฐกิจ ณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับ การลงทุนทั้งหมด (I_t) หักด้วยค่าเสื่อมของทุน (δk_t) โดยที่ อัตราการเสื่อมเท่ากับ δ และ k_t คือทุนทางกายภาพในระบบเศรษฐกิจ

สมการที่ (5A.3) สมการการผลิตของสินค้าในระบบเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ $F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)$ โดยที่ k_t^y, N_t^y, L_t^y , and U_t^y คือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน ตามลำดับ ที่ใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจตามลำดับ (ไม่นับรวมสินค้าที่มาจากพืชพลังงาน) โดยการผลิตรวม จะมีค่าเท่ากับสินค้าที่บริโภคและใช้ภายในประเทศ (y_t^d) รวมกับ สินค้าที่ส่งออก (y_t^{ex})

สมการที่ (5A.4) สมการการผลิตมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นฟังก์ชันการผลิต $F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})$ ของทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน ตามลำดับ โดยมูลค่าผลผลิตที่ได้จาก ฟังก์ชันการผลิตจะเท่ากับผลรวมของมูลค่ามันสำปะหลังที่ใช้บริโภคภายในประเทศ (Ca_t^d) ใช้ในการส่งออก (Ca_t^{ex}) และมูลค่ามันสำปะหลังที่ใช้ในการผลิตพลังงาน (Ca_t^E)

สมการที่ (5A.5) สมการการผลิตอ้อย ซึ่งเป็นฟังก์ชันการผลิต $F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})$ ของ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน โดยมูลค่าผลผลิตที่ได้จากฟังก์ชันการผลิตจะเท่ากับผลรวมของมูลค่า อ้อยที่ใช้บริโภคภายในประเทศ (Su_t^d) ใช้ในการส่งออก (Su_t^{ex}) และมูลค่าอ้อยที่ใช้ในการผลิตพลังงาน (Su_t^E)

สมการที่ (5A.6) สมการกากน้ำตาล โดยที่กากน้ำตาล (Su_t^M) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอ้อยที่ใช้บริโภคภายในประเทศ (Su_t^d) และอ้อยที่ใช้ในการส่งออก (Su_t^{ex})

สมการที่ (5A.7) สมการการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ $F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)$ ทุน แรงงาน มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และพลังงาน ที่ใช้ในการผลิตพลังงาน (เอทานอล) โดยมีค่าเท่ากับพลังงานจากพืชพลังงาน (E_t)

สมการที่ (5A.8) สมการข้อจำกัดของการใช้ทุนอย่างเต็มที่ ($\bar{K}$) โดยทุนทั้งหมดที่มีในระบบเศรษฐกิจจะถูกจัดสรรไปใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบ (k_t^y) ในการผลิตมันสำปะหลัง (k_t^{Ca}) ในการผลิตอ้อย (k_t^{Su}) และในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (k_t^E)

สมการที่ (5A.9) สมการข้อจำกัดของการใช้แรงงานอย่างเต็มที่ ($\bar{N}$) โดยแรงงานทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจจะถูกจัดสรรไปใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบ (N_t^y) ในการผลิตมันสำปะหลัง (N_t^{Ca}) ในการผลิตอ้อย (N_t^{Su}) และในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (N_t^E)

สมการที่ (5A.10) สมการข้อจำกัดของการใช้ที่ดินอย่างเต็มที่ ($\bar{L}$) โดยที่ดินทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจจะถูกจัดสรรไปใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบ (L_t^y) ในการผลิตมันสำปะหลัง (L_t^{Ca}) และในการผลิตอ้อย (L_t^{Su})

สมการที่ (5A.11) สมการข้อจำกัดของการใช้พลังงานอย่างเต็มที่โดยแหล่งที่มาของพลังงานมาจากการนำเข้า (U_t^{im}) จากภายในประเทศ (U_t^d) และพลังงานจากพืชพลังงาน (E_t) โดยพลังงานทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจจะถูกจัดสรรไปใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบ (U_t^y) ในการผลิตมันสำปะหลัง (U_t^{Ca}) ในการผลิตอ้อย (U_t^{Su}) ในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (U_t^E)

สมการที่ (5A.12) โดยผลรวมของมูลค่าของการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยแปลงปริมาณกลับมาเป็นมันสำปะหลัง (Ca_t^{ex}) มูลค่าของการส่งออกน้ำตาลโดยแปลงปริมาณกลับมาเป็นอ้อย (Su_t^{ex}) และมูลค่าของการส่งออกสินค้าอื่นในระบบ (y_t^{ex}) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมูลค่าการนำเข้าพลังงาน (U_t^{im}) โดยกำหนดให้ B_{Ca} คือ มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่เพื่อการส่งออกโดยคำนวณจากดัชนีถ่วงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่เพื่อการส่งออกทุกชนิด และ B_{Suex} คือมูลค่าวัตถุดิบอ้อยต่อผลิตภัณฑ์น้ำตาลเพื่อการส่งออก B_{yex} คือสัดส่วนมูลค่าสินค้าส่งออกอื่นๆ ต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน และ A_{Uim} คือ สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน

สมการที่ (5A.13) สมการทุนตั้งต้นของระบบเศรษฐกิจ มีค่าเท่ากับ $k_0 = k^0$

เมื่อกำหนดค่าของตัวแปรและข้อมูลที่จะใช้ในแบบจำลองได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการประมาณดุลยภาพตามช่วงเวลาของทุกตัวแปรเพื่อให้เกิดความเหมาะสมของการจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจและหาผลกระทบกับการจัดสรรปัจจัยการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หาค่าที่เหมาะสม (Optimum Values) ของทุกตัวแปรในสมการ โดยสร้างสมการ Present Value Hamiltonian และ Present Value Lagrangian หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ Current value necessary conditions for an interior solution of the maximum principle เพื่อหาดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลา 0-T โดยมีรายละเอียดของการประมาณค่าและการคำนวณในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดสมการเบื้องต้นและ Present Value Hamiltonian

ในการหาเซตคำตอบของ Continuous time optimization problem นั้น ในขั้นตอนแรกจะเป็นการกำหนดฟังก์ชันที่เรียกว่า Hamiltonian function ของเซตสมการ (5A.1-5A.13) ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

Present value Hamiltonian;

$$H = e^{-rt} u_t (y_t^d, B_{Ca} \cdot Ca_t^d, B_{Su} Su_t^d) + \phi_t (F^y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y) - y_t^d - y_t^{ex} - \delta k_t) \quad (5A.14)$$

โดยกำหนดให้ ϕ_t เป็น costate variable ของ the state variable k_t

และกำหนดสมการ Present Value Lagrangian ได้ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
L = & e^{-rt} u_t(y_t^d, B_{Ca} \cdot Ca_t^d, B_{Sud} \cdot Su_t^d) \\
& - \phi_t[y_t^d + y_t^{ex} + \delta k_t - F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)] \\
& - \mu_{Ca}[Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})] \\
& - \mu_{Su}[Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})] \\
& - \mu_E[E_t - F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)] \\
& + \eta_k[k_t - k_t^y - k_t^{Ca} - k_t^{Su} - k_t^E] \\
& + \eta_N[\bar{N} - N_t^y - N_t^{Ca} - N_t^{Su} - N_t^E] \\
& + \eta_L[\bar{L} - L_t^y - L_t^{Ca} - L_t^{Su}] \\
& + \eta_U[U_t^{im} + U_t^d + E_t - U_t^y - U_t^{Ca} - U_t^{Su} - U_t^E] \\
& + \eta_T((B_{Ca} \cdot Ca_t^{ex} + B_{Sux} \cdot Su_t^{ex} + y_t^{ex})B_{yex} - A_{Uim} \cdot U_t^{im})
\end{aligned} \tag{5A.15}$$

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดตัวแปร Lagrangian Multipliers

ในขั้นต่อไปเป็นการกำหนดตัวแปร Lagrangian multipliers โดยกำหนดให้ $\mu_{Ca}, \mu_{Su}, \mu_E, \eta_k, \eta_N, \eta_L, \eta_U$, และ η_T แทน Lagrangian multipliers ของการผลิต มันสำปะหลัง อ้อย เอทานอล การสะสมทุน แรงงาน ที่ดิน พลังงาน และการค้าระหว่างประเทศ ตามลำดับ

ดังนั้น จากสมการ Present Value Hamiltonian และ Lagrangian นำมาคำนวณหาเงื่อนไขที่จำเป็นในช่วงเวลาปัจจุบัน ได้ตั้งสมการที่ (5A.16) - (5A.50) ดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial L}{\partial y_t^d} = e^{-rt} \frac{\partial u_t^*(y_t^{d*}, Ca_t^{d*}, Su_t^{d*})}{\partial y_t^d} - \phi_t^* = 0 \tag{5A.16}$$

$$\frac{\partial L}{\partial Ca_t^d} = e^{-rt} \frac{\partial u_t^*(y_t^{d*}, Ca_t^{d*}, Su_t^{d*})}{\partial Ca_t^d} - \mu_{Ca}^* = 0 \tag{5A.17}$$

$$\frac{\partial L}{\partial Su_t^d} = e^{-rt} \frac{\partial u_t^*(y_t^{d*}, Ca_t^{d*}, Su_t^{d*})}{\partial Su_t^d} - \mu_{Su}^* + \mu_E^* \frac{F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial Su_t^d} = 0 \tag{5A.18}$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t^y} = \phi_t^* \frac{\partial F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)}{\partial k_t^y} - \eta_k^* = 0 \tag{5A.19}$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t^{Ca}} = \mu_{Ca}^* \frac{\partial F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})}{\partial k_t^{Ca}} - \eta_k^* = 0 \tag{5A.20}$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t^{Su}} = \mu_{Su}^* \frac{\partial F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})}{\partial k_t^{Su}} - \eta_k^* = 0 \tag{5A.21}$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t^E} = \mu_E^* \frac{\partial F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial k_t^E} - \eta_k^* = 0 \quad (5A.22)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t^y} = \phi_t^* \frac{\partial F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)}{\partial N_t^y} - \eta_N^* = 0 \quad (5A.23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t^{Ca}} = \mu_{Ca}^* \frac{\partial F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})}{\partial N_t^{Ca}} - \eta_N^* = 0 \quad (5A.24)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t^{Su}} = \mu_{Su}^* \frac{\partial F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})}{\partial N_t^{Su}} - \eta_N^* = 0 \quad (5A.25)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t^E} = \mu_E^* \frac{\partial F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial N_t^E} - \eta_N^* = 0 \quad (5A.26)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_t^y} = \phi_t^* \frac{\partial F_t(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)}{\partial L_t^y} - \eta_L^* = 0 \quad (5A.27)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_t^{Ca}} = \mu_{Ca}^* \frac{\partial F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})}{\partial L_t^{Ca}} - \eta_L^* = 0 \quad (5A.28)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_t^{Su}} = \mu_{Su}^* \frac{\partial F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})}{\partial L_t^{Su}} - \eta_L^* = 0 \quad (5A.29)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_t^y} = \phi_t^* \frac{\partial F_y(k_t^y, N_t^y, L_t^y, U_t^y)}{\partial U_t^y} - \eta_U^* = 0 \quad (5A.30)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_t^{Ca}} = \mu_{Ca}^* \frac{\partial F_{Ca}(k_t^{Ca}, N_t^{Ca}, L_t^{Ca}, U_t^{Ca})}{\partial U_t^{Ca}} - \eta_U^* = 0 \quad (5A.31)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_t^{Su}} = \mu_{Su}^* \frac{\partial F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})}{\partial U_t^{Su}} - \eta_U^* = 0 \quad (5A.32)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_t^E} = \mu_E^* \frac{\partial F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial U_t^E} - \eta_U^* = 0 \quad (5A.33)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Ca_t^E} = -\mu_{Ca}^* + \mu_E^* \frac{\partial F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial Ca_t^E} = 0 \quad (5A.34)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Su_t^E} = -\mu_{Su}^* + \mu_E^* \frac{\partial F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial Su_t^E} = 0 \quad (5A.35)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Ca_t^{ex}} = -\mu_{Ca}^* + B_{Ca} \cdot \eta_T^* = 0 \quad (5A.36)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Su_t^{ex}} = -\mu_{Su}^* + \mu_E^* \frac{F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)}{\partial Su_t^d} + B_{Suex} \cdot \eta_T^* = 0 \quad (5A.37)$$

$$\frac{\partial L}{\partial y_t^{ex}} = -\phi_t^* + \eta_T^* = 0 \quad (5A.38)$$

$$\frac{\partial L}{\partial E_t} = -\mu_E^* + \eta_U^* = 0 \quad (5A.39)$$

$$\frac{\partial L}{\partial U_t^{im}} = \eta_U^* - A_{Uim} \cdot \eta_T^* = 0 \quad (5A.40)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \eta_k} = k_t^* - k_t^y - k_t^{Ca} - k_t^{Su} - k_t^E = 0 \quad (5A.41)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \eta_N} = \bar{N} - N_t^y - N_t^{Ca} - N_t^{Su} - N_t^E = 0 \quad (5A.42)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \eta_L} = \bar{L} - L_t^y - L_t^{Ca} - L_t^{Su} = 0 \quad (5A.43)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \eta_U} = U_t^{im} + U_t^d + E_t - U_t^y - U_t^{Ca} - U_t^{Su} - U_t^E = 0 \quad (5A.44)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \eta_T} = (B_{Ca} \cdot Ca_t^{ex} + B_{Suex} \cdot Su_t^{ex} + y_t^{ex}) B_{yex} - A_{Uim} \cdot U_t^{im} = 0 \quad (5A.45)$$

$$\mu_{Ca} [Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - F_{Ca}(k_t^{ca}, N_t^{ca}, L_t^{ca}, U_t^{ca})] = 0$$

$$\mu_{Ca} > 0 \quad (5A.46)$$

$$\mu_{Su} [Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})] = 0$$

$$\mu_{Su} > 0 \quad (5A.47)$$

$$\mu_E [E_t - F_E(k_t^E, N_t^E, Ca_t^E, Su_t^E, Su_t^M, U_t^E)] = 0$$

$$\mu_E > 0 \quad (5A.48)$$

$$-\frac{\partial L}{\partial k_t} = \delta \phi_t^* - \eta_k^* = \dot{\phi}_t - \eta_k \quad (5A.49)$$

$$\frac{dk_t}{dt} = F_y(*) - y_t^d - y_t^{ex} - \delta k_t \quad (5A.50)$$

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณสมการ Current Value Necessary Conditions

หลังจากคำนวณ Present Value Necessary Conditions ได้แล้วนั้นขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณหา Current Value Necessary Conditions เพื่อคำนวณหาเงื่อนไขที่จำเป็นในแต่ละช่วงเวลา

หรือ ณ เวลา t ซึ่งกำหนดให้ค่า costate variable หรือ $\lambda_t = e^{rt} \phi_t$ และ $\dot{\lambda}_t = re^{rt} \phi_t + e^{rt} \dot{\phi}_t$ โดยที่ λ_t คือ costate variable ในแต่ละช่วงเวลา (current value of costate variable)

นอกจากนี้ได้กำหนดค่า Current value Lagrangian multipliers ดังต่อไปนี้โดย
 $\phi_k = e^{rt} \eta_k$, $\phi_N = e^{rt} \eta_N$, $\phi_L = e^{rt} \eta_L$, $\phi_U = e^{rt} \eta_U$, $\phi_T = e^{rt} \eta_T$, $v_{Ca} = e^{rt} \mu_{Ca}$, $v_{Su} = e^{rt} \mu_{Su}$,
 และ $v_E = e^{rt} \mu_E$.

เมื่อกำหนดค่าของตัวคูณต่างๆ ได้แล้วจึงสามารถคำนวณหาเงื่อนไขที่จำเป็นในแต่ละช่วงเวลา หรือ Current value necessary conditions ได้ดังสมการที่ (5A.51) - (5A.85) ดังนี้

$$u'_y * -\lambda_t^* = 0 \quad (5A.51)$$

$$u'_{Ca} * -V_{Ca}^* = 0 \quad (5A.52)$$

$$u'_{Su} * -V_{Su}^* + V_E^* \cdot MP_{Su_t^d}^* = 0 \quad (5A.53)$$

$$\lambda_t^* \cdot MP_{k_t^y}^* = \phi_k^* \quad (5A.54)$$

$$V_{Ca}^* \cdot MP_{k_t^{Ca}}^* = \phi_k^* \quad (5A.55)$$

$$V_{Su}^* \cdot MP_{k_t^{Su}}^* = \phi_k^* \quad (5A.56)$$

$$V_E^* \cdot MP_{k_t^E}^* = \phi_k^* \quad (5A.57)$$

$$\lambda_t^* \cdot MP_{N_t^y}^* = \phi_N^* \quad (5A.58)$$

$$V_{Ca}^* \cdot MP_{N_t^{Ca}}^* = \phi_N^* \quad (5A.59)$$

$$V_{Su}^* \cdot MP_{N_t^{Su}}^* = \phi_N^* \quad (5A.60)$$

$$V_E^* \cdot MP_{N_t^E}^* = \phi_N^* \quad (5A.61)$$

$$\lambda_t^* \cdot MP_{L_t^y}^* = \phi_L^* \quad (5A.62)$$

$$V_{Ca}^* \cdot MP_{L_t^{Ca}}^* = \phi_L^* \quad (5A.63)$$

$$V_{Su}^* \cdot MP_{L_t^{Su}}^* = \phi_L^* \quad (5A.64)$$

$$\lambda_t^* \cdot MP_{U_t^y}^* = \phi_U^* \quad (5A.65)$$

$$V_{Ca}^* \cdot MP_{U_t^{Ca}}^* = \phi_U^* \quad (5A.66)$$

$$V_{Su}^* \cdot MP_{U_t^{Su}}^* = \phi_U^* \quad (5A.67)$$

$$V_E^* \cdot MP_{U_t^E}^* = \varphi_U^* \quad (5A.68)$$

$$V_{Ca}^* = V_E^* \cdot MP_{Ca_t^E}^* \quad (5A.69)$$

$$V_{Su}^* = V_E^* \cdot MP_{Su_t^E}^* \quad (5A.70)$$

$$V_{Ca}^* = B_{Ca} \cdot \varphi_t^* \quad (5A.71)$$

$$V_{Su}^* = V_E^* \cdot MP_{Su_t^{ex}}^* + B_{Sux} \cdot \varphi_t^* \quad (5A.72)$$

$$\lambda_t^* = \varphi_t^* \quad (5A.73)$$

$$V_E^* = \varphi_U^* \quad (5A.74)$$

$$\varphi_U^* = A_{Uim} \cdot \varphi_t^* \quad (5A.75)$$

$$k_t^* - k_t^y - k_t^{Ca} - k_t^{Su} - k_t^E = 0 \quad (5A.76)$$

$$\bar{N} - N_t^y - N_t^{Ca} - N_t^{Su} - N_t^E = 0 \quad (5A.77)$$

$$\bar{L} - L_t^y - L_t^{Ca} - L_t^{Su} = 0 \quad (5A.78)$$

$$U_t^{im} + U_t^d + E_t - U_t^y - U_t^{Ca} - U_t^{Su} - U_t^E = 0 \quad (5A.79)$$

$$(B_{Ca} \cdot Ca_t^{ex} + B_{Sux} \cdot Su_t^{ex} + y_t^{ex}) B_{yex} - A_{Uim} \cdot U_t^{im} = 0 \quad (5A.80)$$

$$\mu_{Ca} [Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - F_{Ca}(\cdot)] = 0 \quad (5A.81)$$

$$\mu_{Su} [Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - F_{Su}(\cdot)] = 0 \quad (5A.82)$$

$$\mu_E [E_t - F_E(\cdot)] = 0 \quad (5A.83)$$

$$\dot{\lambda}_t^* = \lambda_t^* (r + \delta) - \varphi_k^* \quad (5A.84)$$

$$F_y(\cdot) - y_t^d - y_t^{ex} - \delta k_t^* = \dot{k}_t^* \quad (5A.85)$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาคำตอบของสมการด้วยวิธีการ Maximum Principle

ในการหาเซตของคำตอบของดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า The maximum principle นั้นเป็นวิธีการหนึ่งในการหาคำตอบของการวิเคราะห์หาความเหมาะสมในรูปแบบพลวัต ผลของการแก้สมการที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาก็คือค่าดุลยภาพที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 0-T หรือเรียกว่า the optimal path ของตัวแปรต่างๆ

โดยเซตคำตอบของสมการจะประกอบด้วยค่าดุลยภาพที่ได้จากสมการ current value necessary equations ในสมการ (5A.16)-(5A.50) ซึ่งประกอบไปด้วยค่าต่างๆดังต่อไปนี้

ค่าดุลยภาพของ State variable (k_t^*),

ค่าดุลยภาพของ Costate variable (λ_t^*),

ค่าดุลยภาพของ Lagrangian multiplier จำนวน 8 ตัวแปร ($\phi_k^*, \phi_N^*, \phi_L^*, \phi_U^*, \phi_T^*, V_{Ca}^*, V_{Su}^*$ และ V_E^*), และ

ค่าดุลยภาพของ Control variables ทั้งหมดที่มีอยู่ในสมการ Current value necessary conditions จำนวน 25 ตัวแปรที่สอดคล้องกับการคำนวณหาค่าดุลยภาพด้วยวิธีการ Maximum principle

นอกจากนี้ สมการที่ (5A.50) อธิบายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของการสะสมทุนในแต่ละช่วงเวลาโดยกำหนดให้ช่วงเวลาเริ่มต้น มีการสะสมทุนเท่ากับ k_0 หน่วย ในระบบเศรษฐกิจ และอัตราการเปลี่ยนแปลงของการสะสมทุนในแต่ละช่วงเวลานั้นจะขึ้นอยู่กับการผลิตสินค้ามวลรวมที่หักจากการส่งออกและค่าเสื่อมของการสะสมทุน ดังสมการ $\dot{k}_t = F^y(\cdot) - y_t^{d*} - y_t^{ex*} - \delta k_t^*$

ที่สถานะดุลยภาพระยะยาว หรือกรณีที่ $\dot{\lambda}_t^* = 0$ และ $\dot{k}_t^* = 0$ พบว่า สมการที่ (5A.49) และ (5A.50) มีค่าเท่ากับศูนย์ หรือ

$$F_y(\cdot) - y_t^{d*} - y_t^{ex*} = \delta k_t^* \quad (5A.86)$$

ดังนั้นจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการสะสมทุนในสถานะดุลยภาพระยะยาว และการลงทุนทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจจะมีค่าเท่ากับอัตราค่าเสื่อมเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดรูปแบบฟังก์ชันของแต่ละสมการการผลิตและการบริโภค

เมื่อได้โครงสร้างและการคำนวณโดยใช้แนวคิดการหาคำตอบของเซตของสมการด้วยวิธี Maximum Principle เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของค่าในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนของการกำหนดฟังก์ชันไปในสมการต่างๆ เพื่อคำนวณค่าและหาคำตอบจากข้อมูลจริง

โดยการศึกษาในครั้งนี้มีข้อสมมติดังต่อไปนี้คือ

- มีการทดแทนกันอย่างสมบูรณ์ระหว่างเอทานอลและพลังงานขั้นสุดท้าย
- อัตราดอกเบี้ยและอัตราเสื่อมของทุนมีค่าคงที่
- แรงงานในระบบเศรษฐกิจมีค่าคงที่ (หรืออัตราการเติบโตของประชากรประเทศไทยเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่)
- ฟังก์ชันการผลิต การบริโภคของระบบเศรษฐกิจ อยู่ในรูปแบบของ Cobb Douglas functions ซึ่งกำหนดรูปแบบดังสมการที่ (1A.52) - (1A.56)

$$W = \int_0^T e^{-rt} u[(y_t^d)^{Alp} \cdot (B_{Ca} \cdot Ca_t^d)^{Bet} \cdot (B_{Sud} \cdot Su_t^d)^{Gam}] dt \quad (5A.87)$$

$$y_t^d + y_t^{ex} + I_t - A_y [(k_t^y)^{i1} \cdot (N_t^y)^{j1} \cdot (L_t^y)^{m1} \cdot (U_t^y)^{n1}] = 0 \quad (5A.88)$$

$$Ca_i^d + Ca_i^{ex} + Ca_i^E - A_{Ca}[(k_i^{Ca})^{i2} \cdot (N_i^{Ca})^{j2} \cdot (L_i^{Ca})^{m2} \cdot (U_i^{Ca})^{n2}] \leq 0 \quad (5A.89)$$

$$Su_i^d + Su_i^{ex} + Su_i^E - A_{Su}[(k_i^{Su})^{i3} \cdot (N_i^{Su})^{j3} \cdot (L_i^{Su})^{m3} \cdot (U_i^{Su})^{n3}] \leq 0 \quad (5A.90)$$

$$E_i - A_E[(k_i^E)^{i4} \cdot (N_i^E)^{j4} \cdot (Ca_i^E)^{Bet4} \cdot (Su_i^E)^{Gam4} \cdot (U_i^E)^{n4}] \leq 0 \quad (5A.91)$$

โดย *Alp* *Bet* และ *Gam* คือค่า preference parameters ของสมการการบริโภคของสินค้าในระบบเศรษฐกิจรวมทั้งสินค้าอาหารที่ได้จากอ้อยและมันสำปะหลัง

i1-i4 คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตของปัจจัยการสะสมทุนในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

jl-j4 คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตของปัจจัยแรงงานในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

m1-m3 คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตของปัจจัยที่ดินในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

n1-n4 คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตของปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

Bet4 Gam4 Gamm คือ ค่าความยืดหยุ่นของผลผลิตของวัตถุดิบ มันสำปะหลัง อ้อย และ กากน้ำตาล ในการผลิตเอทานอล ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบแบบจำลองกับข้อมูล

หลังจากได้กำหนดฟังก์ชันและแทนค่าของสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่ควรมีอยู่ในสมการแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองด้วยข้อมูลสมมติ เพื่อทดสอบความสามารถของแบบจำลอง โดยในการทดสอบแบบจำลองนั้นจะทำการทดสอบกับข้อมูลจริงเพื่อเปรียบเทียบผลจากสถานการณ์ที่ผ่านมา และคัดเลือกปรับค่าพารามิเตอร์บางตัวเพื่อให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 นำแบบจำลองไปใช้กับชุดข้อมูลจริง

ภายหลังจากได้แบบจำลองที่สมบูรณ์แล้วจะนำแบบจำลองไปคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงในอนาคตในแบบพลวัตเพื่อคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการผลิตและการบริโภคในอนาคตที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 คำนวณหาคำตอบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์แบบจำลองมหภาคโดยหาเซตของคำตอบจากการใช้ข้อมูลจริงเพื่อคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ เซตคำตอบของดุลยภาพในสถานะดุลยภาพระยะยาวของระบบเศรษฐกิจ เซตคำตอบของดุลยภาพในสถานะเริ่มต้นของระบบเศรษฐกิจและเส้นการเคลื่อนที่ของตัวแปรทั้งหมดเมื่อมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

แบบจำลองจุลภาค (Micro Planning Model)

ในการวิเคราะห์ในระดับจุลภาค จะทำการวิเคราะห์คุณภาพของการผลิตพืชไร่ ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุปทานพืชไร่ ถูกกำหนดจากพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกคูณกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยในการประมาณอุปทานพืชไร่ จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้ในการเพาะปลูกพืชไร่ในประเทศไทย และหาแนวโน้มของผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี

อุปสงค์พืชไร่ เป็นอุปสงค์สืบเนื่องมาจากความต้องการพืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่เพื่อผลิตอาหารสัตว์ อุปสงค์พืชไร่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป อุปสงค์พืชไร่เพื่อการส่งออก เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้น

แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่

แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นั้น จะทำการวิเคราะห์พืชไร่ 7 ชนิดด้วยกันคือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด ภายใต้สมมติฐานว่าพืชทั้ง 7 ชนิดนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน โดยการเปลี่ยนแปลงในราคาพืชชนิดใดชนิดหนึ่งใน 7 ชนิดนี้อาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ ไปพร้อมกันด้วย ซึ่งแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นี้ประกอบด้วยสมการพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง (A_{CA_t}) อ้อย (A_{SC_t}) ข้าว (A_{RI_t}) ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (A_{MA_t}) ข้าวฟ่าง (A_{SO_t}) ถั่วรวม (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง) (A_{BE_t}) และสับปะรด (A_{PI_t}) แสดงดังสมการที่ 5B.1 – 5B.7 ตามลำดับ โดยสมการพื้นที่เพาะปลูกพืชในปีปัจจุบันขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูกพืชในปีที่ผ่านมา ราคาพืชที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นไปตามแนวความคิดการตอบสนองของอุปทาน โดยใช้แนวคิดที่ว่า การตัดสินใจใช้ที่ดินเพาะปลูกพืชของเกษตรกรขึ้นอยู่กับราคามูลผลิตในปีที่ผ่านมา การศึกษาแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่จะอยู่ภายใต้สมการเงื่อนไขพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ($Land_t$) เท่ากับผลรวมของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ 7 ชนิด ดังสมการที่ 5B.8

$$A_{CA_t} = \alpha_{CA_t} + \beta_{1CA_t} A_{CA_{t-1}} + \beta_{2CA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{3CA_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{4CA_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{5CA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6CA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7CA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8CA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2CA_t} \quad (5B.1)$$

$$A_{SC_t} = \alpha_{SC_t} + \beta_{1SC_t} A_{SC_{t-1}} + \beta_{2SC_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{3SC_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SC_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{5SC_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6SC_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7SC_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SC_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SC_t} \quad (5B.2)$$

$$A_{RI_t} = \alpha_{RI_t} + \beta_{1RI_t} A_{RI_{t-1}} + \beta_{2RI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{3RI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4RI_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5RI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6RI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7RI_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SC_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2RI_t} \quad (5B.3)$$

$$A_{MA_t} = \alpha_{MA_t} + \beta_{1MA_t} A_{MA_{t-1}} + \beta_{2MA_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{3MA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4MA_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5MA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6MA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7MA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8MA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2MA_t} \quad (5B.4)$$

$$A_{SO_t} = \alpha_{SO_t} + \beta_{1SO_t} A_{SO_{t-1}} + \beta_{2SO_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{3SO_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SO_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5SO_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6SO_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7SO_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SO_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SO_t} \quad (5B.5)$$

$$A_{BE_t} = \alpha_{BE_t} + \beta_{1BE_t} A_{BE_{t-1}} + \beta_{2BE_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{3BE_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4BE_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5BE_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6BE_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7BE_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8BE_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2BE_t} \quad (5B.6)$$

$$A_{PI_t} = \alpha_{PI_t} + \beta_{1PI_t} A_{PI_{t-1}} + \beta_{2PI_t} P_{PI_{t-1}} + \beta_{3PI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4PI_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5PI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6PI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7PI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8PI_t} P_{BE_{t-1}} + \varepsilon_{2BE_t} \quad (5B.7)$$

เมื่อกำหนดให้

$$Land_t = A_{CA_t} + A_{SC_t} + A_{RI_t} + A_{MA_t} + A_{SO_t} + A_{BE_t} + A_{PI_t} \quad (5B.8)$$

แบบจำลองดุลยภาพพืชไร่

1) แบบจำลองมันสำปะหลัง

อุปสงค์มันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศไทย (D_{CA_t}) คำนวณจากผลรวมของอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ ($CADO_t$) อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก ($CAEX_t$) อุปสงค์มันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมเอทานอล ($CAET_t$) และสต็อกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ($CASTO_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.9 โดยอุปสงค์มันสำปะหลังจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของหัวมันสด โดยมันสำปะหลัง 100 กิโลกรัมจะผลิตมันเส้น/มันอัดเม็ดได้ 40.82 กิโลกรัม หรือผลิตแป้งมันได้ 22.42 กิโลกรัม หรือผลิตเอทานอลได้ 16 ลิตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{CA_t}) และราคาขายส่งเฉลี่ยของมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลังในปีปัจจุบัน (P_{CAWS_t}) โดยสมการอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ แสดงดังสมการที่ 5B.10

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคาส่งออกเฉลี่ยของมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลังในปีปัจจุบัน (P_{CAEX_t}) สมการอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก แสดงดังสมการที่ 5B.11

ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์มันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมเอทานอล ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน ราคาเอทานอลในปีปัจจุบัน (P_{ET_t}) และราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (P_{GA_t}) สมการอุปสงค์มันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมเอทานอล แสดงดังสมการที่ 5B.12

ปัจจัยที่มีผลต่อสต็อกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และสต็อกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในปีที่ผ่านมา ($CASTO_{t-1}$) สมการสต็อกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังแสดงดังสมการที่ 5B.13

อุปทานมันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศไทย (S_{CA_t}) คำนวณจากผลคูณของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังทั้งหมด (A_{CA_t}) กับผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_{CA_t}$) ดังสมการที่ 5B.14

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่แสดงดังสมการที่ 5B.15

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปีที่ผ่านมา (A_CA_{t-1}) ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{CA_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา ได้แก่ อ้อย ($P_{SC_{t-1}}$) , ข้าว ($P_{RI_{t-1}}$) , ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ($P_{MA_{t-1}}$) , ข้าวฟ่าง ($P_{SO_{t-1}}$) ถั่ว ($P_{BE_{t-1}}$) และสับปะรด ($P_{PI_{t-1}}$) สมการพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังแสดงดังสมการที่ 5B.16

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์มันสำปะหลังจะเท่ากับอุปทานมันสำปะหลัง สมการดุลยภาพมันสำปะหลังแสดงดังสมการที่ 5B.17

สมการอุปสงค์มันสำปะหลัง

$$D_CA_t = CADO_t + CAEX_t + CAET_t + CASTO_t \quad (5B.9)$$

$$CADO_t = a_{CADO_t} + b_{1CADO_t} P_{CA_t} + b_{2CADO_t} P_{CAWS_t} + \varepsilon_{CADO_t} \quad (5B.10)$$

$$CAEX_t = a_{CAEX_t} + b_{1CAEX_t} P_{CA_t} + b_{2CAEX_t} P_{CAEX_t} + \varepsilon_{CAEX_t} \quad (5B.11)$$

$$CAET_t = a_{CAET_t} + b_{1CAET_t} P_{CA_t} + b_{2CAET_t} P_{ET_t} + b_{3CAET_t} P_{GA_t} + b_{4CAET_t} P_{BZ_t} + \varepsilon_{CAET_t} \quad (5B.12)$$

$$CASTO_t = a_{CASTO_t} + b_{1CASTO_t} P_{CA_t} + b_{2CASTO_t} CASTO_{t-1} + \varepsilon_{CASTO_t} \quad (5B.13)$$

สมการอุปทานมันสำปะหลัง

$$S_CA_t = Yield_CA_t * A_CA_t \quad (5B.14)$$

$$Yield_CA_t = \gamma_{CA_t} + \delta_{1CA_t} P_{CA_t} + \delta_{2CA_t} T_t + \varepsilon_{1CA_t} \quad (5B.15)$$

$$A_CA_t = \alpha_{CA_t} + \beta_{1CA_t} A_CA_{t-1} + \beta_{2CA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{3CA_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{4CA_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{5CA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6CA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7CA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8CA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2CA_t} \quad (5B.16)$$

สมการดุลยภาพ

$$D_CA_t = S_CA_t \quad (5B.17)$$

2) แบบจำลองอ้อย

อุปสงค์อ้อยทั้งหมดในประเทศไทย (D_SC_t) คำนวณจากผลรวมของอุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศ ($SCDO_t$) อุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออก ($SCEX_t$) อุปสงค์อ้อยที่ใช้สำหรับผลิตเอทานอล ($SCET_t$) และหักออกด้วยอุปสงค์อ้อยที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ($SCIM_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.18 โดยอุปสงค์อ้อยและน้ำตาลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปอ้อยสด โดยอ้อย 1 ตันจะผลิตน้ำตาลได้ 108 กิโลกรัม หรืออ้อยสด 100 กิโลกรัมจะผลิตเอทานอลได้ 7 ลิตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553)

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศ ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{SC_t}) และราคาขายส่งเฉลี่ยของน้ำตาลในปีปัจจุบัน (P_{SUSG_t}) สมการอุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศแสดงดังสมการที่ 5B.19

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคาส่งออกเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ (P_{SUEx_t}) สมการอุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออกแสดงดังสมการที่ 5B.20

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคานำเข้าเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ (P_{SUIM_t}) สมการอุปสงค์อ้อยที่นำเข้าจากต่างประเทศแสดงดังสมการที่ 5B.21 โดยประเทศไทยนำเข้ากากน้ำตาล น้ำตาลทราย น้ำตาลดิบ น้ำตาลและน้ำเชื่อมในปริมาณไม่มากนักเมื่อเทียบกับปริมาณการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ ข้อมูลปริมาณนำเข้าน้ำตาลแสดงดังตารางภาคผนวกที่ ก1

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่ใช้สำหรับผลิตเอทานอล ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน ราคาเอทานอลในปีปัจจุบัน (P_{ET_t}) ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ในปีปัจจุบัน (P_{GA_t}) และราคาน้ำมันเบนซินในปีปัจจุบัน (P_{BZ_t}) สมการอุปสงค์อ้อยสำหรับใช้ผลิตเอทานอล แสดงดังสมการที่ 5B.22

อุปทานอ้อยทั้งหมดในประเทศไทย (S_{SC_t}) คำนวณจากผลคูณของพื้นที่เพาะปลูกอ้อยทั้งหมด (A_{SC_t}) กับผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_{SC_t}$) สมการอุปทานอ้อยแสดงดังสมการที่ 5B.23

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในปีปัจจุบัน ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.24

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีปัจจุบัน ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีที่ผ่านมา ($A_{SC_{t-1}}$) ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{SC_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกอ้อยแสดงดังสมการที่ 5B.25

สมการอุปสงค์อ้อย

$$D_{SC_t} = SCDO_t + SCEx_t - SCIM_t + SCET_t \quad (5B.18)$$

$$SCDO_t = a_{SCDO_t} + b_{1SCDO_t} P_{SC_t} + b_{2SCDO_t} P_{SUWS_t} + \varepsilon_{SCDO_t} \quad (5B.19)$$

$$SCEx_t = a_{SCEx_t} + b_{1SCEx_t} P_{SC_t} + b_{2SCEx_t} P_{SUEx_t} + \varepsilon_{SCEx_t} \quad (5B.20)$$

$$SCIM_t = a_{SCIM_t} + b_{1SCIM_t} P_{SC_t} + b_{2SCIM_t} P_{SUIM_t} + \varepsilon_{SCIM_t} \quad (5B.21)$$

$$SCET_t = a_{SCET_t} + b_{1SCET_t} P_{SC_t} + b_{2SCET_t} P_{ET_t} + b_{3SCET_t} P_{GA_t} + b_{4SCET_t} P_{BZ_t} + \varepsilon_{ET_t} \quad (5B.22)$$

สมการอุปทานอ้อย

$$S_{SC_t} = Yield_{SC_t} * A_{SC_t} \quad (5B.23)$$

$$Yield_{SC_t} = \gamma_{SC_t} + \delta_{1SC_t} P_{SC_t} + \delta_{2SC_t} T_t + \varepsilon_{1SC_t} \quad (5B.24)$$

$$A_{SC_t} = \alpha_{SC_t} + \beta_{1SC_t} A_{SC_{t-1}} + \beta_{2SC_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{3SC_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SC_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{5SC_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6SC_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7SC_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SC_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SC_t} \quad (5B.25)$$

สมการดุลยภาพอ้อย

$$D_SC_t = S_SC_t \quad (5B.26)$$

3) แบบจำลองข้าว

อุปสงค์ข้าวทั้งหมดในประเทศไทย (D_RI_t) คำนวณจากผลรวมอุปสงค์การบริโภคข้าวในประเทศ ($RIDO_t$) และอุปสงค์ข้าวเพื่อการส่งออก ($RIEX_t$) สมการอุปสงค์ข้าวในประเทศไทยแสดงดังสมการที่ 5B.27

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์การบริโภคข้าวภายในประเทศ ได้แก่ ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{RI_t}) และราคาขายส่งข้าวสารในปีปัจจุบัน (P_{RIWS_t}) สมการอุปสงค์ข้าวสำหรับบริโภคภายในประเทศ แสดงดังสมการที่ 5B.28

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ข้าวเพื่อการส่งออก ได้แก่ ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคาส่งออกข้าวสารในปีปัจจุบัน (P_{RIEX_t}) สมการอุปสงค์ส่งออกข้าว แสดงดังสมการที่ 5B.29

อุปทานข้าวทั้งหมดในประเทศไทย (S_RI_t) เกิดจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งหมด (A_RI_t) กับผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_RI_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.30

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตข้าวต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.31

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าว ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวในปีที่ผ่านมา ($A_{RI_{t-1}}$) ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{RI_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกข้าวแสดงดังสมการที่ 5B.32

ดุลยภาพข้าวจะเกิดขึ้นเมื่ออุปสงค์ข้าวเท่ากับอุปทานข้าว สมการดุลยภาพแสดงดังสมการที่ 5B.33

สมการอุปสงค์ข้าว

$$D_RI_t = RIDO_t + RIEX_t \quad (5B.27)$$

$$RIDO_t = a_{RIDO_t} + b_{1RIDO_t} P_{RI_t} + b_{2RIDO_t} P_{RIWS_t} + \varepsilon_{RIDO_t} \quad (5B.28)$$

$$RIEX_t = a_{RIEX_t} + b_{1RIEX_t} P_{RI_t} + b_{2RIEX_t} P_{RIEX_t} + \varepsilon_{RIEX_t} \quad (5B.29)$$

สมการอุปทานข้าว

$$S_RI_t = Yield_RI_t * A_RI_t \quad (5B.30)$$

$$Yield_RI_t = \gamma_{RI_t} + \delta_{1RI_t} P_{RI_t} + \delta_{2RI_t} T_t + \varepsilon_{1RI_t} \quad (5B.31)$$

$$A_RI_t = \alpha_{RI_t} + \beta_{1RI_t} A_{RI_{t-1}} + \beta_{2RI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{3RI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4RI_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5RI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6RI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7RI_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8RI_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2RI_t} \quad (5B.32)$$

สมการดุลยภาพข้าว

$$D_RI_t = S_RI_t \quad (5B.33)$$

4) แบบจำลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย (D_MA_t) คำนวณจากผลรวมอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ ($MADP_t$) และอุปสงค์การส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ($MAEX_t$) หักออกด้วยอุปสงค์นำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ($MAIM_t$) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แสดงดังสมการที่ 5B.34

ปัจจัยที่มีกำหนดอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ ($MADP_t$) ได้แก่ ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{MA_t}) และราคาขายส่งข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปัจจุบัน (P_{MAWS_t}) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ แสดงดังสมการที่ 5B.35

ปัจจัยที่กำหนดการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีปัจจุบัน (P_{MAEX_t}) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับการส่งออก แสดงดังสมการที่ 5B.36

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า ได้แก่ ราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (P_{MAIM_t}) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า แสดงดังสมการที่ 5B.37

อุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดในประเทศไทย (S_MA_t) เกิดจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด (A_MA_t) กับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_MA_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.38

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยต่อไร่ในปีปัจจุบัน ได้แก่ แนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไร่แสดงดังสมการที่ 5B.39

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีปัจจุบัน ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา (A_MA_{t-1}) ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ผ่านมา ($P_{MA_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกแสดงดังสมการที่ 5B.40

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะเท่ากับอุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สมการดุลยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แสดงดังสมการที่ 5B.41

สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

$$D_MA_t = MADP_t + MAEX_t - MAIM_t \quad (5B.34)$$

$$MADP_t = \alpha_{MADP_t} + b_{1MADP_t} P_{MA_t} + b_{2MADP_t} P_{FEWS_t} + \varepsilon_{MADP_t} \quad (5B.35)$$

$$MAEX_t = \alpha_{MAEX_t} + b_{1MAEX_t} P_{MA_t} + b_{2MAEX_t} P_{FEEX_t} + \varepsilon_{MAEX_t} \quad (5B.36)$$

$$MAIM_t = \alpha_{MAIM_t} + b_{1MAIM_t} P_{MA_t} + b_{2MAIM_t} P_{MAIM_t} + \varepsilon_{MAIM_t} \quad (5B.37)$$

สมการอุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

$$S_MA_t = Yield_MA_t * A_MA_t \quad (5B.38)$$

$$Yield_MA_t = \gamma_{MA_t} + \delta_{1MA_t} T_t + \varepsilon_{1MA_t} \quad (5B.39)$$

$$A_{MA_t} = \alpha_{MA_t} + \beta_{1MA_t} A_{MA_{t-1}} + \beta_{2MA_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{3MA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4MA_t} P_{SC_{t-1}} \\ + \beta_{5MA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6MA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7MA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8MA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2MA_t} \quad (5B.40)$$

สมการดุลยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

$$D_{MA_t} = S_{MA_t} \quad (5B.41)$$

5) แบบจำลองข้าวฟ่าง

อุปสงค์ข้าวฟ่างทั้งหมดของประเทศไทย (D_{SO_t}) คำนวณจากผลรวมอุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับใช้ในภายในประเทศ ($SODO_t$) และอุปสงค์การส่งออกข้าวฟ่างไปต่างประเทศ ($SOEX_t$) หักออกด้วยอุปสงค์นำเข้าข้าวฟ่างจากต่างประเทศ ($SOIM_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.42

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับใช้ในในประเทศ ได้แก่ ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{SO_t}) และราคาขายส่งข้าวฟ่างในปีปัจจุบัน (P_{sows_t}) สมการอุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับใช้ในในประเทศ แสดงดังสมการที่ 5B.43

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ข้าวฟ่างเพื่อการส่งออก ได้แก่ ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{SO_t}) และราคาส่งออกข้าวฟ่างในปีปัจจุบัน (P_{SOEX_t}) สมการอุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับส่งออกแสดงดังสมการที่ 5B.44

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ข้าวฟ่างที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคานำเข้าข้าวฟ่างในปีปัจจุบัน (P_{SOIM_t}) สมการอุปสงค์นำเข้าข้าวฟ่างแสดงดังสมการที่ 5B.45

อุปทานข้าวฟ่างทั้งหมดในประเทศไทย (S_{SO_t}) คำนวณจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างทั้งหมด (A_{SO_t}) กับผลผลิตข้าวฟ่างเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_{SO_t}$) แสดงดังสมการที่ 5B.46

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวฟ่างเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบันและแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตข้าวฟ่างต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.47

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่าง ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา ($A_{SO_{t-1}}$) ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{SO_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างแสดงดังสมการที่ 5B.48

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์ข้าวฟ่างจะเท่ากับอุปทานข้าวฟ่าง สมการดุลยภาพข้าวฟ่าง แสดงดังสมการที่ 5B.49

สมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง

$$D_{SO_t} = SODO_t + SOEX_t - SOIM_t \quad (5B.42)$$

$$SODO_t = a_{SODO_t} + b_{1SODO_t} P_{SO_t} + b_{2SODO_t} P_{sows_t} + \varepsilon_{SODO_t} \quad (5B.43)$$

$$SOEX_t = a_{SOEX_t} + b_{1SOEX_t} P_{SO_t} + b_{2SOEX_t} P_{SOEX_t} + \varepsilon_{SOEX_t} \quad (5B.44)$$

$$SOIM_t = a_{SOIM_t} + b_{1SOIM_t} P_{SO_t} + b_{2SOIM_t} P_{SOIM_t} + \varepsilon_{SOIM_t} \quad (5B.45)$$

สมการอุปทานข้าวฟ่าง

$$S_{SO_t} = Yield_{SO_t} * A_{SO_t} \quad (5B.46)$$

$$Yield_{SO_t} = \gamma_{SO_t} + \delta_{1SO_t} P_{SO_t} + \delta_{2SO_t} T_t + \varepsilon_{1SO_t} \quad (5B.47)$$

$$A_{SO_t} = \alpha_{SO_t} + \beta_{1SO_t} A_{SO_{t-1}} + \beta_{2SO_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{3SO_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SO_t} P_{SC_{t-1}} \\ + \beta_{5SO_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6SO_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7SO_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SO_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SO_t} \quad (5B.48)$$

สมการดุลยภาพข้าวฟ่าง

$$D_{SO_t} = S_{SO_t} \quad (5B.49)$$

6) แบบจำลองถั่วรวม (ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว)

อุปสงค์ถั่วรวมทั้งหมดของประเทศไทย (D_{BE_t}) คำนวณจากผลรวมของอุปสงค์ถั่วรวมที่ผลิตภายในประเทศ ($BEDP_t$) อุปสงค์ถั่วรวมเพื่อการส่งออก ($BEEX_t$) หักออกด้วยอุปสงค์ถั่วรวมจากการนำเข้า ($BEIM_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.50

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ถั่วรวมที่ผลิตในประเทศ ได้แก่ ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{BE_t}) และราคาขายส่งถั่วรวมในปีปัจจุบัน (P_{BEWS_t}) สมการอุปสงค์ถั่วรวมเพื่อการส่งออกแสดงดังสมการที่ 5B.51

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ถั่วรวมสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคาส่งออกถั่วรวมในปีปัจจุบัน (P_{BEEX_t}) สมการอุปสงค์ถั่วรวมเพื่อการส่งออกแสดงดังสมการที่ 5B.52

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ถั่วรวมจากการนำเข้า ได้แก่ ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และราคานำเข้าถั่วรวมในปีปัจจุบัน (P_{BEIM_t}) สมการอุปสงค์ถั่วรวมจากการนำเข้าแสดงดังสมการที่ 5B.53

อุปทานถั่วรวมทั้งหมดของประเทศไทย (S_{BE_t}) คำนวณจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกถั่วรวม (A_{BE_t}) กับผลผลิตถั่วรวมเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_{BE_t}$) ของถั่ว 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และถั่วเขียวแสดงดังสมการที่ 5B.54

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตถั่วรวมเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตถั่วรวมเฉลี่ยต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.55

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกถั่วรวม ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกถั่วรวมในปีที่ผ่านมา (A_{BE_t}) ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{BE_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกถั่วรวมแสดงดังสมการที่ 5B.56

สมการดุลยภาพถั่วรวมเกิดขึ้นเมื่อสมการอุปสงค์ถั่วรวมเท่ากับสมการอุปทานถั่วรวม แสดงดังสมการที่ 5B.57

สมการอุปสงค์ถั่ว

$$D_BE_t = BEDP_t + BEEX_t - BEIM_t \quad (5B.50)$$

$$BEDP_t = \alpha_{BEDP_t} + b_{1BEDP_t} P_{BE_t} + b_{2BEDP_t} P_{BEWS_t} + \varepsilon_{BEDP_t} \quad (5B.51)$$

$$BEEX_t = \alpha_{BEEX_t} + b_{1BEEX_t} P_{BE_t} + b_{2BEEX_t} P_{BEEX_t} + \varepsilon_{BEEX_t} \quad (5B.52)$$

$$BEIM_t = \alpha_{BEIM_t} + b_{1BEIM_t} P_{BE_t} + b_{2BEIM_t} P_{BEIM_t} + \varepsilon_{BEIM_t} \quad (5B.53)$$

สมการอุปทานถั่ว

$$S_BE_t = Yield_BE_t * A_BE_t \quad (5B.54)$$

$$Yield_BE_t = \gamma_{BE_t} + \delta_{1BE_t} P_{BE_t} + \delta_{2BE_t} T_t + \varepsilon_{1BE_t} \quad (5B.55)$$

$$A_BE_t = \alpha_{BE_t} + \beta_{1BE_t} A_BE_{t-1} + \beta_{2BE_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{3BE_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4BE_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{5BE_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6BE_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7BE_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8BE_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2BE_t} \quad (5B.56)$$

สมการดุลยภาพถั่ว

$$D_BE_t = S_BE_t \quad (5B.57)$$

7) แบบจำลองสับปะรด

อุปสงค์สับปะรดทั้งหมดในประเทศไทย (D_PI_t) คำนวณจากผลรวมอุปสงค์การบริโภคสับปะรดในประเทศ ($PIDO_t$) และอุปสงค์สับปะรดสำหรับการส่งออก ($PIEX_t$) สมการอุปสงค์สับปะรดในประเทศไทยแสดงได้ดังสมการที่ 5B.58

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์การบริโภคสับปะรดภายในประเทศ ได้แก่ ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{PI_t}) และราคาขายส่งผลสับปะรดสดในปีปัจจุบัน (P_{RIWS_t}) สมการอุปสงค์สับปะรดสำหรับบริโภคภายในประเทศ แสดงดังสมการที่ 5B.59

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์สับปะรดสำหรับการส่งออก ได้แก่ ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบันและราคาส่งออกผลิตภัณฑ์จากสับปะรดในปีปัจจุบัน (P_{PIEX_t}) สมการอุปสงค์ส่งออกสับปะรดแสดงดังสมการที่ 5B.60

อุปทานสับปะรดทั้งหมดในประเทศไทย (S_PI_t) เกิดจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด (A_PI_t) กับผลผลิตสับปะรดเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_PI_t$) แสดงดังสมการที่ 5B.61

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตสับปะรดเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบันและแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตสับปะรดเฉลี่ยต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.62

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสับปะรด ได้แก่ ปริมาณพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในปีที่ผ่านมา (A_PI_{t-1}) ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา ($P_{PI_{t-1}}$) และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา สมการพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดแสดงดังสมการที่ 5B.63

สมการดุลยภาพสับประตเกิดขึ้นเมื่อสมการอุปสงค์สับประตเท่ากับสมการอุปทานสับประต
แสดงดังสมการที่ 5B.64

สมการอุปสงค์สับประต

$$D_{PI_t} = PIDO_t + PIEX_t \quad (5B.58)$$

$$PIDO_t = a_{PIDO_t} + b_{1PIDO_t} P_{PI_t} + b_{2PIDO_t} P_{PIWS_t} + \varepsilon_{PIDO_t} \quad (5B.59)$$

$$PIEX_t = a_{PIEX_t} + b_{1PIEX_t} P_{PI_t} + b_{2PIEX_t} P_{PIEX_t} + \varepsilon_{PIEX_t} \quad (5B.60)$$

สมการอุปทานสับประต

$$S_{PI_t} = Yield_{PI_t} * A_{PI_t} \quad (5B.61)$$

$$Yield_{PI_t} = \gamma_{PI_t} + \delta_{1PI_t} P_{PI_t} + \delta_{2PI_t} T_t + \varepsilon_{1PI_t} \quad (5B.62)$$

$$A_{PI_t} = \alpha_{PI_t} + \beta_{1PI_t} A_{PI_{t-1}} + \beta_{2PI_t} P_{PI_{t-1}} + \beta_{3PI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4PI_t} P_{SC_{t-1}} \\ + \beta_{5PI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6PI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7PI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8PI_t} P_{BE_{t-1}} + \varepsilon_{2PI_t} \quad (5B.63)$$

สมการดุลยภาพสับประต

$$D_{PI_t} = S_{PI_t} \quad (5B.64)$$

ตารางที่ 5.1 สัญลักษณ์ของตัวแปรและคำอธิบายตัวแปรในแบบจำลอง

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
S_{CA_t}	ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังทั้งหมดในปีที่ t
S_{SC_t}	ปริมาณผลผลิตอ้อยทั้งหมดในปีที่ t
S_{RI_t}	ปริมาณผลผลิตข้าวทั้งหมดในปีที่ t
S_{MA_t}	ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมดในปีที่ t
S_{SO_t}	ปริมาณผลผลิตข้าวฟ่างทั้งหมดในปีที่ t
S_{BE_t}	ปริมาณผลผลิตถั่วทั้งหมดในปีที่ t
S_{PI_t}	ปริมาณผลผลิตสับประตทั้งหมดในปีที่ t
$Yield_{CA_t}$	ผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{SC_t}$	ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{RI_t}$	ผลผลิตข้าวเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{MA_t}$	ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{SO_t}$	ผลผลิตข้าวฟ่างเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{BE_t}$	ผลผลิตถั่วเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
$Yield_{PI_t}$	ผลผลิตสับประตเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
A_{CA_t}	พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปีที่ t
A_{SC_t}	พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีที่ t
A_{RI_t}	พื้นที่เพาะปลูกข้าวในปีที่ t
A_{MA_t}	พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ t
A_{SO_t}	พื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ t
A_{BE_t}	พื้นที่เพาะปลูกถั่วทั้งหมดในปีที่ t
A_{PI_t}	พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในปีที่ t
$A_{CA_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปีที่ $t-1$
$A_{SC_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีที่ $t-1$
$A_{RI_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกข้าวในปีที่ $t-1$
$A_{MA_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ $t-1$
$A_{SO_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ $t-1$
$A_{BE_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกถั่วในปีที่ $t-1$
$A_{PI_{t-1}}$	พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในปีที่ $t-1$
D_{CA_t}	ปริมาณการใช้มันสำปะหลังในปีที่ t
D_{SC_t}	ปริมาณการใช้อ้อยในปีที่ t
D_{RI_t}	ปริมาณการใช้ข้าวในปีที่ t
D_{MA_t}	ปริมาณการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ t
D_{SO_t}	ปริมาณการใช้ข้าวฟ่างในปีที่ t
D_{BE_t}	ปริมาณการใช้ถั่วในปีที่ t
D_{PI_t}	ปริมาณการใช้สับปะรดในปีที่ t
$CADO_t$	ปริมาณการใช้มันสำปะหลังภายในประเทศในปีที่ t
$CAEX_t$	ปริมาณการส่งออกมันสำปะหลังในปีที่ t
$CAET_t$	ปริมาณการใช้มันสำปะหลังเพื่อผลิตเอทานอลในปีที่ t
$CASTO_t$	สต็อกของมันเป็นสำปะหลังในปีที่ t
$SCDO_t$	ปริมาณการใช้อ้อยภายในประเทศในปีที่ t
$SCEX_t$	ปริมาณการส่งออกอ้อยในปีที่ t
$SCIM_t$	ปริมาณการนำเข้าอ้อยในปีที่ t

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
$SCET_t$	ปริมาณการใช้ฮ้อยเพื่อผลิตเอทานอลในปีที่ t
$RIDO_t$	ปริมาณการบริโภคข้าวภายในประเทศในปีที่ t
$RIEX_t$	ปริมาณการส่งออกข้าวในปีที่ t
$MADO_t$	ปริมาณการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศในปีที่ t
$MAEX_t$	ปริมาณการส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ t
$MAIM_t$	ปริมาณการนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ t
$SODO_t$	ปริมาณการบริโภคข้าวฟ่างภายในประเทศในปีที่ t
$SOIM_t$	ปริมาณการนำเข้าข้าวฟ่างในปีที่ t
$SOEX_t$	ปริมาณการส่งออกข้าวฟ่างในปีที่ t
$BEDO_t$	ปริมาณการบริโภคถั่วภายในประเทศในปีที่ t
$BEEX_t$	ปริมาณการส่งออกถั่วในปีที่ t
$BEIM_t$	ปริมาณการนำเข้าถั่วในปีที่ t
$PIDO_t$	ปริมาณการบริโภคสับปะรดภายในประเทศในปีที่ t
$PIEX_t$	ปริมาณการส่งออกสับปะรดในปีที่ t
P_{CA_t}	ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{SC_t}	ราคาฮ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{RI_t}	ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{MA_t}	ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{SO_t}	ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{BE_t}	ราคาถั่วที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
P_{PI_t}	ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t
$P_{CA_{t-1}}$	ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{SC_{t-1}}$	ราคาฮ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{RI_{t-1}}$	ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{MA_{t-1}}$	ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{SO_{t-1}}$	ราคาข้าวฟ่างที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{BE_{t-1}}$	ราคาถั่วที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$
$P_{PI_{t-1}}$	ราคาสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในปีที่ $t-1$

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
P_{CAWS_t}	ราคาขายส่งเฉลี่ยของมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{CAEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{SUWS_t}	ราคาขายส่งของน้ำตาลทรายในปีที่ t
P_{SUEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{SUIM_t}	ราคานำเข้าเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{RIWS_t}	ราคาขายส่งเฉลี่ยของข้าวสารในปีที่ t
P_{RIEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของข้าวและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{FEWS_t}	ราคาขายส่งเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปีที่ t
P_{FEEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปีที่ t
P_{MAIM_t}	ราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ t
P_{SOWS_t}	ราคาขายส่งข้าวฟ่างในปีที่ t
P_{SOEX_t}	ราคาส่งออกข้าวฟ่างในปีที่ t
P_{SOIM_t}	ราคานำเข้าข้าวฟ่างในปีที่ t
P_{BEWS_t}	ราคาขายส่งเฉลี่ยของถั่วในปีที่ t
P_{BEEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของถั่วและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{BEIM_t}	ราคานำเข้าเฉลี่ยของถั่วและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{PIWS_t}	ราคาขายส่งสับปะรดในปีที่ t
P_{PIEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของสับปะรดและผลิตภัณฑ์ในปีที่ t
P_{ET_t}	ราคาเอทานอลเฉลี่ยในปีที่ t
P_{GA_t}	ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์เฉลี่ยในปีที่ t
P_{BZ_t}	ราคาเบนซินเฉลี่ยในปีที่ t
T_t	โน้มน้ำหนักเทคโนโลยีการผลิตในปีที่ t
$Land_t$	ผลรวมของพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่วรวม (ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง) และสับปะรด ในปีที่ t
$\alpha, \beta, \gamma, \delta, a, b$	ค่าสัมประสิทธิ์
ε	ค่าคลาดเคลื่อนทางสถิติ

ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลอง

ในการประมาณค่าแบบจำลองจุลภาคข้างต้น มีขั้นตอนการศึกษาและการประมาณค่าแบบจำลอง 3 ขั้นตอนหลัก ดังภาพที่ 5.2 มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแบบจำลอง

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่างๆ ในระบบสมการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูก เพื่อจำลองระบบพื้นที่การปลูกพืชไร่แต่ละชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกัน ทั้งพืชอาหารและพืชพลังงาน สำหรับการคาดการณ์แนวโน้มพื้นที่เพาะปลูกในอนาคต ซึ่งประกอบด้วยพืชไร่ 7 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด โดยประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีการ Seemingly Unrelated Regression (SUR) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าจะนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก

และส่วนที่ 2 แบบจำลองดุลยภาพพืช เป็นแบบจำลองที่รวบรวมดุลยภาพของอุปสงค์และอุปทานของพืชไร่แต่ละชนิดทั้ง 7 ชนิด เข้าด้วยกัน เพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มความต้องการใช้และความสามารถในการผลิตของแต่ละพืชเข้าด้วยกัน แต่ละระบบสมการย่อยของพืชแต่ละชนิดจะมีการประมาณค่าแยกออกจากกัน โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นตอน (Two Stage Least Squares: 2SLS) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าแต่ละแบบจำลองจะนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์ดุลยภาพพืช

ขั้นตอนที่ 2 วิธีการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์ในอนาคต

การคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในอนาคตจะทำการพยากรณ์ทีละปี โดยเริ่มจากปีปัจจุบัน เช่นปี พ.ศ. 2555 จะใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นในแบบจำลอง เป็นต้น โดย

- 1) ใช้ข้อมูลปริมาณและราคาดุลยภาพเป็นปัจจัยนำเข้า คือ ราคาผลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกพืชในปีที่ $t-1$ แทนค่าลงในเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก
- 2) คำนวณค่าเพื่อหาค่าคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในปีที่ t
- 3) นำค่าคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกที่ได้ไปคูณกับสมการผลผลิตต่อไร่ เพื่อให้ได้สมการอุปทานพืชในปีที่ t ของพืชแต่ละชนิดทั้งหมด 7 ชนิด
- 4) นำค่าสัมประสิทธิ์ของสมการอุปทานของพืชแต่ละชนิด แทนค่าลงในเมทริกซ์ดุลยภาพพืช เพื่อทำการแก้เมทริกซ์หาปริมาณและราคาดุลยภาพในปีที่ t
- 5) เริ่มต้นวงจรใหม่ โดยใช้ปริมาณและราคาในปีที่ t เพื่อคำนวณหาปริมาณและราคาในปีที่ $t+1$ ทำเช่นนี้จนได้ปริมาณและราคาดุลยภาพครบตามระยะเวลาการศึกษา 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564)

ซึ่งการคำนวณแนวโน้มของปริมาณและราคาพืชทั้ง 7 ชนิดนี้ เป็นไปตามอุปสงค์การใช้พืชแต่ละชนิด ดังสมการที่กล่าวมาข้างต้น และแนวโน้มของปริมาณการผลิตและราคาจะเป็นไปตามแนวโน้มของความต้องการใช้พลังงานทดแทนจากเอทานอลที่คำนวณได้ในสมการอุปสงค์ที่ประมาณค่าได้ในสมการหรือเป็นไปตามความต้องการใช้โดยธรรมชาติของอุปสงค์ที่ประมาณค่าได้

ขั้นตอนที่ 3 การคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์สมมติ

ในส่วนนี้จะเป็นการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์แนวโน้มผลผลิตและราคาของพืชไร่แต่ละชนิดภายใต้สถานการณ์สมมติ โดยกำหนดให้ความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก กำหนดจากอุปสงค์ที่คาดการณ์ได้จากบทที่ 3 ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย และแปลงมาเป็นความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต

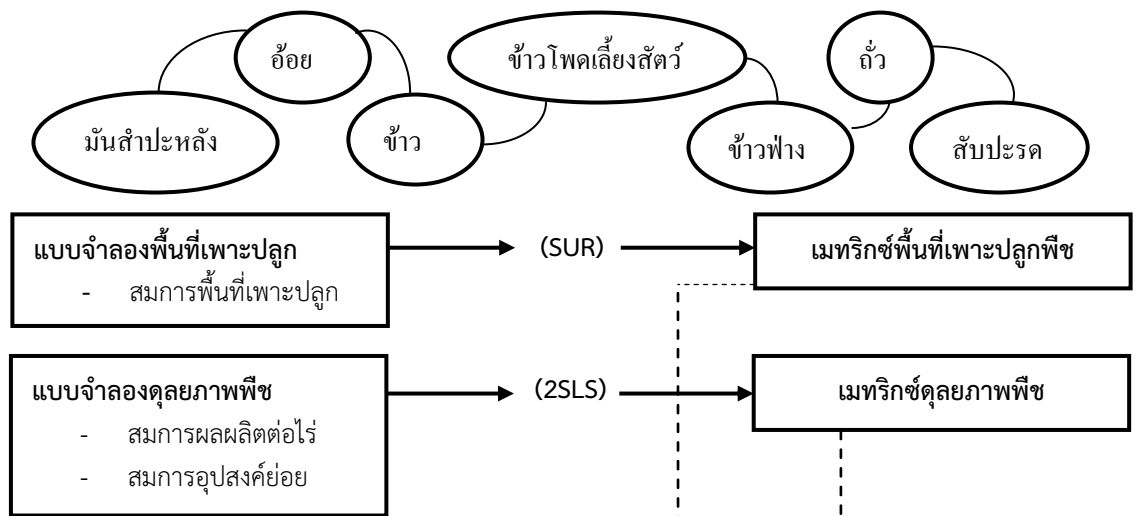
รูปแบบการศึกษาแบบจำลองในขั้นตอนนี้เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 แต่ในขั้นตอนนี้จะกำหนดให้ปริมาณอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเป็นไปตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคต การผลิตเอทานอลจะใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาล เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งสถานการณ์จำลองการใช้วัตถุดิบทั้งสามชนิดออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีจำลองที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 40: 20: 40

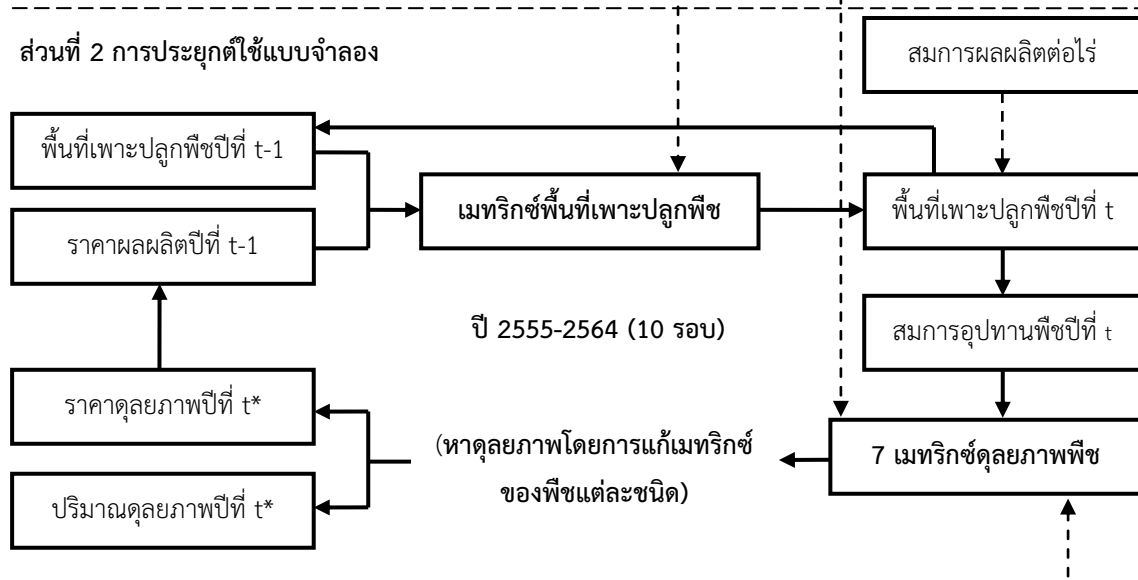
กรณีจำลองที่ 2 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 50: 20: 30

โดยขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจะเป็นวงจรเช่นเดียวกัน แต่ค่าประมาณพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณและราคาตุลยภาพที่ได้จึงเป็นค่าที่ทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายการผลิตเอทานอลที่ตั้งไว้ได้

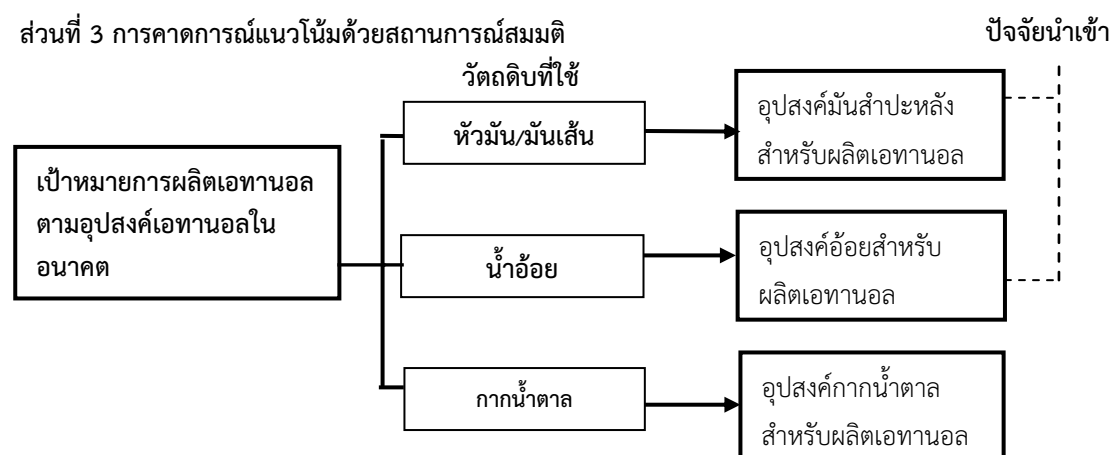
ส่วนที่ 1 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์



ส่วนที่ 2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง



ส่วนที่ 3 การคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์สมมติ



ภาพที่ 5.2 แผนผังขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจุลภาค

เมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก

$$A \cdot Z = Y$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} A_CA_t \\ A_SC_t \\ A_RI_t \\ A_MA_t \\ A_SO_t \\ A_BE_t \\ A_PI_t \end{bmatrix}$$

$$, \quad Y = \begin{bmatrix} -LAND_t + f(A_CA_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_SC_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_RI_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_MA_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_SO_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_BE_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \\ -LAND_t + f(A_PI_{t-1}, P_{CA_{t-1}}, P_{SC_{t-1}}, \dots, P_{PI_{t-1}}) \end{bmatrix}$$

เมทริกซ์ดุลยภาพพืช

$$A \cdot B = C$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1XDO_t} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & b_{2XEX_t} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & b_{3XIM_t} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \delta_{1X_t} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \delta_{2X_t} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} D_X_t \\ D_XDO_t \\ D_XEX_t \\ D_XIM_t \\ S_X_t \\ Y_X_t \\ P_X_t \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f(P_X_t, P_{XWS_t}) \\ f(P_X_t, P_{XEX_t}) \\ f(P_X_t, P_{XIM_t}) \\ f(P_X_t, T_t) \\ f(P_X_t, T_t) \end{bmatrix}$$

เมื่อกำหนดให้ X คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการคาดการณ์แนวโน้มของการใช้ปัจจัยการผลิต
ผลผลิต ราคา ในพืชอาหารและพืชพลังงานจากแบบจำลอง
Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture
Sector (PEM-TAS) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ผลการศึกษา
จากแบบจำลองจุลภาค ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค
และการอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์
ของแบบจำลอง PEM-TAS

พ ลการศึกษาจากแบบจำลอง PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นแบบจำลองมหภาค จะแสดงผลการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร การจัดสรรปัจจัยการผลิต ทุน ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และส่วนที่เป็นแบบจำลองจุลภาค จะแสดงผลการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่วต่างๆ) โดยวิเคราะห์จากอุปสงค์และอุปทานของพืชไร่ โดยผลของแบบจำลอง PEM-TAS จะคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทยในอนาคต เมื่อมีการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

โดยผลการศึกษาประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังต่อไปนี้คือ 1) ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค 2) ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค และ 3) การอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS

6.1 ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค

ในการประมาณค่าแนวโน้มของผลผลิตและราคาในอนาคตโดยใช้แบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในแบบจำลองจุลภาคนี้ ได้มีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้คือ

- 1) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของสมการพื้นที่เพาะปลูกเพื่อนำไปสร้างเมทริกซ์ดุลยภาพพืช

2) ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ของสมการอุปสงค์ของพืชแต่ละชนิดที่ใช้ในเมทริกซ์ดุลยภาพพืช 7 ระบบสมการดุลยภาพพืช ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด

3) ใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 เป็นข้อมูลตั้งต้นเพื่อคำนวณหาค่าแนวโน้มของการผลิตและราคา ในปี พ.ศ. 2555 โดยแก้เมทริกซ์ทั้ง 2 เมทริกซ์ ไปพร้อมๆ กัน จะได้ผลผลิตและราคาดุลยภาพในปี พ.ศ. 2555

4) ทำเช่นนี้ต่อไปโดยปี พ.ศ. 2556 ใช้ข้อมูลที่ได้จากปี พ.ศ. 2555 เป็นค่าตั้งต้น จนกระทั่งครบ 10 ปี

5) ประยุกต์ใช้วิธีการนี้กับสถานการณ์สมมติ โดยกำหนดให้ปริมาณอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอล เป็นไปตามเป้าหมายการผลิตเอทานอลตามอุปสงค์เอทานอลคาดการณ์ ซึ่งได้แบ่งสถานการณ์จำลองการใช้วัตถุดิบทั้งสามชนิดออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีจำลองที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 40:20:40

กรณีจำลองที่ 2 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 50:20:30

ซึ่งผลการคำนวณค่าจากแบบจำลองจะทำเช่นเดียวกับข้อ 1)-5) ข้างต้น

ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาคแสดงได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ระบบสมการพื้นที่เพาะปลูก

ระบบสมการพื้นที่เพาะปลูกประกอบด้วยสมการพื้นที่เพาะปลูกของพืช 7 ชนิด และประมาณค่าแบบระบบสมการด้วยวิธี Seemingly Unrelated Regression : SUR ผลการประมาณค่าแสดงดังตารางที่ 6.1 มีรายละเอียดดังนี้

พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปีที่ผ่านมา ราคา มันสำปะหลังและราคาถั่วในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 89 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 11 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

พื้นที่เพาะปลูกอ้อย สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีที่ผ่านมา ราคา มันสำปะหลัง ราคาอ้อย ราคาข้าวเปลือก ราคาข้าวฟ่าง ราคาถั่วและราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 77 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 23 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคา มันสำปะหลัง ราคาข้าวเปลือก ราคาข้าวฟ่าง ราคาถั่ว และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และราคาอ้อยในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พื้นที่เพาะปลูกข้าว สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวในปีที่ผ่านมา ราคา ข้าวเปลือก ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาข้าวฟ่าง และราคาถั่วในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 81 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 19 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการโดยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาถั่วในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และพื้นที่

เพาะปลูกข้าว ราคาข้าวเปลือก และราคาข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ในปีที่ผ่านมา ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 80 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 20 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และร้อยละ 95 ตามลำดับ

พื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่าง สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา และราคาข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 95 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 5 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการโดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 พื้นที่เพาะปลูก

พื้นที่เพาะปลูกถั่ว สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกถั่วในปีที่ผ่านมา และราคาถั่วในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 96 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 4 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการโดยพื้นที่เพาะปลูกถั่วในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

พื้นที่เพาะปลูกสับปะรด สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในปีที่ผ่านมา และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมาได้ประมาณร้อยละ 44 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 56 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดและราคาสับปะรดมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้พบว่า พื้นที่เพาะปลูกและราคาผลผลิตพืชในปีที่ผ่านมา สามารถอธิบายพื้นที่เพาะปลูกพืชในปัจจุบันได้ดี สังเกตได้จากค่า R-square ที่มีค่าสูง และตัวแปรอิสระมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับที่น่าพอใจ (ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95-99) โดยค่าประมาณพื้นที่เพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดถูกประมาณค่าขึ้นพร้อมๆ กัน ซึ่งได้คำนึงถึงอิทธิพลของราคาผลผลิตแต่ละชนิดที่มีผลต่อการตัดสินใจใช้พื้นที่เพาะปลูกพืชของเกษตรกร เพื่อให้สามารถอธิบายการใช้ที่ดินเพาะปลูกทดแทนกันระหว่างพืชแต่ละชนิดได้

ตารางที่ 6.1 ค่าประมาณระบบสมการพื้นที่เพาะปลูกพืช

ตัวแปร	มัน สำปะหลัง (CA)	อ้อย (SC)	ข้าว (RI)	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ (MA)	ข้าวฟ่าง (SO)	ถั่ว (BE)	สับปะรด (PI)
<i>Constant</i>	1,371,687 (2.478)**	5,726,546 (5.246)***	28,451,321 (2.919)***	1,358,869 (1.203)	-88,667 (-0.990)	-528,258 (-1.089)	257,826 (3.054)***
<i>A_{CA}_{t-1}</i>	0.779 (12.751)***						
<i>A_{SC}_{t-1}</i>		-0.025 (-0.146)					
<i>A_{RI}_{t-1}</i>			0.468 (2.548)**				
<i>A_{MA}_{t-1}</i>				0.810 (7.115)***			
<i>A_{SO}_{t-1}</i>					0.944 (15.512)***		
<i>A_{BE}_{t-1}</i>						0.991 (15.512)***	
<i>A_{PI}_{t-1}</i>							0.482 (3.641)***
<i>P_{CA}_{t-1}</i>	1,430,769 (6.567)***	1,194,196 (3.986)***					
<i>P_{SC}_{t-1}</i>		-3,485,974 (-2.321)**					
<i>P_{RI}_{t-1}</i>		-519.54 (-7.085)***	566.507 (2.211)**				
<i>P_{MA}_{t-1}</i>			-2,317,755 (-5.698)***	123,898 (1.409)			
<i>P_{SO}_{t-1}</i>		460,846 (3.712)***	687,879 (2.280)**		17,614 (1.120)		
<i>P_{BE}_{t-1}</i>	-103,134 (-4.682)***	150,943 (3.094)***	569,240 (4.013)***			29,397 (1.263)	
<i>P_{PI}_{t-1}</i>		182,261 (2.676)***		-167,198 (-2.393)*			17,109 (3.203)***
จำนวน ตัวอย่าง	20	20	20	20	20	20	20
R-Square	0.89	0.77	0.81	0.80	0.95	0.96	0.44

ที่มา : จากการประมาณสมการ

2) สมการผลผลิตต่อไร่

ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่ได้จากการประมาณค่าระบบสมการดุลยภาพพืชทั้ง 7 ชนิด ผลการประมาณสมการแสดงดังตารางที่ 6.2 มีรายละเอียดดังนี้

สมการผลผลิตต่อไร่ของมันสำปะหลัง สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำปะหลัง และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 85 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 15 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สมการผลผลิตต่อไร่ของอ้อย สามารถอธิบายได้ด้วยราคาอ้อย และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 49 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 51 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยระดับเทคโนโลยีการผลิตมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

สมการผลผลิตต่อไร่ของข้าว สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าว และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 76 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 24 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยระดับเทคโนโลยีการผลิตมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สมการผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 89 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 11 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 95

สมการผลผลิตต่อไร่ของข้าวฟ่าง สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวฟ่าง และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 73 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 27 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยระดับเทคโนโลยีการผลิตมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สมการผลผลิตต่อไร่ของถั่ว สามารถอธิบายได้ด้วยราคาถั่ว และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 85 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 15 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยระดับเทคโนโลยีการผลิตมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 99

สมการผลผลิตต่อไร่ของสับปะรด สามารถอธิบายได้ด้วยราคาสับปะรด และระดับเทคโนโลยีการผลิตได้ประมาณร้อยละ 21 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 79 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ

การประมาณค่าสมการผลผลิตต่อไร่ขึ้นอยู่กับราคาผลผลิตในปีปัจจุบันและระดับเทคโนโลยีการผลิต โดยตัวแปรราคาผลผลิตในปีปัจจุบันอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า เกษตรกรจะบำรุงดูแลพืชไร่เพิ่มขึ้นเมื่อราคาผลผลิตในปีปัจจุบันสูงขึ้น ด้านตัวแปรระดับเทคโนโลยีการผลิตอยู่ภายใต้สมมติฐานว่า เทคโนโลยีการผลิตจะถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องทุกปี และส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่ของพืชสูงขึ้น ซึ่งผลผลิตต่อไร่จะถูกประมาณค่าขึ้นพร้อมกับระบบสมการอุปสงค์พืชแต่ละชนิด เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของราคาผลผลิตในปีปัจจุบันที่มีผลต่ออุปสงค์พืชย่อยในวัฏฏะประสงค์ต่างๆ และการดูแลรักษาพืช

ตารางที่ 6.2 ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่

ตัวแปร	มัน สำหรับหลัง (CA)	อ้อย (SC)	ข้าว (RI)	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ (MA)	ข้าวฟ่าง (SO)	ถั่ว (BE)	สับปะรด (PI)
<i>Constant</i>	2,006.935 (17.073)***	6,818.696 (7.254)***	387.002 (20.634)***	488.314 (17.339)***	218.909 (20.41)***	182.929 (41.260)***	4,008.344 (28.73)***
P_{CA_t}	-448.752 (-3.318)***						
P_{SC_t}		1,476.830 (0.525)					
P_{RI_t}			-0.008 (-1.430)				
P_{MA_t}				-27.535 (-2.090)**			
P_{SO_t}					-2.405 (-0.420)		
P_{BE_t}						0.444 (0.609)	
P_{PI_t}							-92.723 (-1.349)
T_t	102.763 (8.819)***	132.878 (1.906)*	8.662 (4.540)***	17.795 (5.683)***	4.673 (3.242)***	1.236 (2.735)***	5.445 (0.370)
จำนวน ตัวอย่าง	20	21	21	21	21	21	21
R-Square	0.85	0.49	0.76	0.89	0.73	0.85	0.21

ที่มา : จากการประมาณสมการ

3) สมการอุปสงค์มันสำปะหลัง

สมการอุปสงค์มันสำปะหลังประกอบด้วยอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และสต็อกมันสำปะหลัง ผลการประมาณค่าระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.3 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์มันสำปะหลังภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับ และราคาขายส่งเฉลี่ยผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังได้ประมาณร้อยละ 39 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 61 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาขายส่งเฉลี่ยผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่าร้อยละ 99 และราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำปะหลัง และราคาส่งออกเฉลี่ยผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังได้ประมาณร้อยละ 27 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 73 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อุปสงค์น้ำมันสำหรับผลิตเอทานอล สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำหรับและราคาเอทานอลได้ประมาณร้อยละ 66 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 34 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคามันสำหรับมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สต็อกน้ำมันสำหรับ สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำหรับและสต็อกน้ำมันสำหรับในปีที่ผ่านมา

ตารางที่ 6.3 ค่าประมาณสมการอุปสงค์น้ำมันสำหรับ

ตัวแปร	$CADO_t$	$CAEX_t$	$CAET_t$	$CASTO_t$
<i>Constant</i>	5,847.211 (9.186)***	11,713.480 (5.432)***	-255.586 (-2.718)***	1,721.319 (0.901)
P_{CA_t}	-2,662.472 (-1.949)*	-19,447.450 (-2.000)**	292.268 (2.850)***	968.846 (0.688)
P_{CAWS_t}	494.547 (2.641)***			
P_{CAEX_t}		5.878 (2.232)**		
P_{ET_t}			5.085 (0.985)	
$CASTO_t$				0.193 (0.809)
จำนวนตัวอย่าง	20	20	20	20
R-Square	0.39	0.27	0.66	0.06

ที่มา: จากการประมาณสมการ

4) ระบบสมการอุปสงค์อ้อย

สมการอุปสงค์อ้อย ประกอบด้วยอุปสงค์อ้อยภายในประเทศ อุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออก และอุปสงค์อ้อยจากการนำเข้า และอุปสงค์อ้อยเพื่อผลิตเอทานอล ผลการประมาณระบบสมการ แสดงดังตารางที่ 6.4 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับและราคาขายส่งน้ำตาลทรายได้ประมาณร้อยละ 73 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 27 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาอ้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อุปสงค์อ้อยเพื่อการส่งออก สามารถอธิบายได้ด้วยราคาอ้อย และราคาส่งออกเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ โดยไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

อุปสงค์นำเข้าอ้อย สามารถอธิบายได้ด้วยราคาอ้อย และราคานำเข้าเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 84 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 16 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

อุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอล สามารถอธิบายได้ด้วยราคาอ้อยและราคาเอทานอลได้ประมาณร้อยละ 61 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 39 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาอ้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 6.4 ค่าประมาณสมการอุปสงค์อ้อย

ตัวแปร	$SCDO_t$	$SCEX_t$	$SCIM_t$	$SCET_t$
<i>Constant</i>	-8,409.994 (-1.239)	33,406.870 (1.986)**	-755.107 (-2.409)**	-190.146 (-3.277)***
P_{SC_t}	55,977.460 (2.434)**	30,982.220 (0.352)	3,166.034 (8.371)***	437.829 (3.277)***
P_{SUWS_t}	-644.561 (-0.475)			
P_{SUEX_t}		-0.615 (-0.159)		
P_{SUIM_t}			-0.012 (-2.712)***	
P_{ET_t}				-2.338 (-1.137)
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21	21
R-Square	0.73	0.01	0.84	0.61

ที่มา: จากการประมาณสมการ

5) ระบบสมการอุปสงค์ข้าว

สมการอุปสงค์ข้าว ประกอบด้วยอุปสงค์ข้าวที่ใช้บริโภคภายในประเทศ และอุปสงค์ข้าวสำหรับส่งออก ผลการประมาณระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.5 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ข้าวภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวเปลือกและราคาขายส่งเฉลี่ยของข้าวสารภายในประเทศ โดยตัวแปรอธิบายทั้งสองตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

อุปสงค์ส่งออกข้าว สามารถอธิบายด้วยราคาข้าวเปลือกและราคาส่งออกเฉลี่ยของข้าวและผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 60 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 40 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาข้าวเปลือกมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 6.5 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าว

ตัวแปร	$RIDO_t$	$RIEX_t$
<i>Constant</i>	4,481.496 (2.570)**	2,190.565 (2.481)**
P_{RI_t}	3.268 (2.485)**	1.836 (2.718)***
P_{RIWS_t}	-1.444 (-2.032)**	
P_{RIEX_t}		-0.493 (-1.593)
จำนวนตัวอย่าง	21	21
R-Square	-0.26	0.60

ที่มา: จากการประมาณสมการ

6) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ประกอบด้วยอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับส่งออก และอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า ผลการประมาณระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.6 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และราคาขายส่งเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ประมาณร้อยละ 21 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 79 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาขายส่งเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 90 ตามลำดับ

อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับส่งออก สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และราคาส่งออกเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ประมาณร้อยละ 24 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 76 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ ราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ตารางที่ 6.6 ค่าประมาณสมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตัวแปร	$MADP_t$	$MAEX_t$	$MAIM_t$
<i>Constant</i>	3,451.836 (8.617)***	-123.033 (-0.593)	217.328 (1.879)*
P_{MA_t}	457.841 (2.109)**	140.634 (1.279)	10.264 (0.521)
P_{FEWS_t}	-152.006 (-1.697)*		
P_{FEEX_t}		-0.077 (-0.708)	
P_{MAIM_t}			-0.016 (-1.986)*
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.21	-0.10	0.24

ที่มา: จากการประมาณสมการ

7) สมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง

สมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง ประกอบด้วยอุปสงค์ข้าวฟ่างที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับส่งออก และอุปสงค์ข้าวฟ่างจากการนำเข้า ผลการประมาณระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.7 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ข้าวฟ่างที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวฟ่าง และราคาขายส่งข้าวฟ่างได้ประมาณร้อยละ 67 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 23 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาข้าวฟ่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

อุปสงค์ข้าวฟ่างสำหรับส่งออก สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวฟ่าง และราคาส่งออกข้าวฟ่าง โดยไม่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ

อุปสงค์ข้าวฟ่างจากการนำเข้า สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวฟ่าง และราคานำเข้าข้าวฟ่างได้ประมาณร้อยละ 42 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 58 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคานำเข้าข้าวฟ่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 6.7 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง

ตัวแปร	$SODO_t$	$SOEX_t$	$SOIM_t$
<i>Constant</i>	245.281 (6.823)***	40.506 (2.338)**	3.504 (5.011)***
P_{SO_t}	-43.789 (-5.132)***	-4.292 (-1.161)	-0.078 (-0.516)
P_{SOWS_t}	13.229 (0.140)		
P_{SOEX_t}		-0.001 (-0.169)	
P_{SOIM_t}			$-7.03 * 10^{-5}$ (-2.132)**
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.67	0.12	0.42

ที่มา: จากการประมาณสมการ

8) ระบบสมการอุปสงค์ถั่ว

สมการอุปสงค์ถั่วประกอบด้วยอุปสงค์ถั่วที่ใช้ในประเทศ อุปสงค์สำหรับส่งออก และอุปสงค์ถั่วจากการนำเข้า ผลการประมาณระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.8 มีรายละเอียดมีดังนี้

อุปสงค์ถั่วที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาถั่วและราคาขายส่งเฉลี่ยของถั่ว และผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 60 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 40 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ

อุปสงค์ถั่วสำหรับส่งออก สามารถอธิบายได้ด้วยราคาถั่วและราคาส่งออกเฉลี่ยของถั่วและผลิตภัณฑ์

อุปสงค์ถั่วจากการนำเข้า สามารถอธิบายได้ด้วยราคาถั่วและราคานำเข้าเฉลี่ยของถั่วและผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 68 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 32 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาถั่วมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 6.8 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ถั่ว

ตัวแปร	$BEDP_t$	$BEEEX_t$	$BEIM_t$
<i>Constant</i>	835.709 (2.123)**	56.659 (-0.574)**	-768.912 (-2.427)**
P_{BE_t}	-17.194 (-0.175)	0.659 (0.128)	122.792 (2.403)**
P_{BEWS_t}	43.858 (1.194)		
P_{BEEEX_t}		-0.001 (-0.604)	
P_{BEIM_t}			0.035 (0.554)
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.60	0.18	0.68

ที่มา: จากการประมาณสมการ

9) สมการอุปสงค์สับปะรด

สมการอุปสงค์สับปะรด ประกอบด้วยอุปสงค์สับปะรดที่ใช้บริโภคภายในประเทศและอุปสงค์สับปะรดสำหรับส่งออก ผลการประมาณระบบสมการแสดงดังตารางที่ 6.9 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์สับปะรดภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาสับปะรด และราคาขายส่งสับปะรดภายในประเทศ

อุปสงค์ส่งออกสับปะรด สามารถอธิบายด้วยราคาสับปะรด และราคาส่งออกเฉลี่ยของสับปะรดและผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 21 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 79 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาส่งออกเฉลี่ยของสับปะรดและผลิตภัณฑ์ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

ตารางที่ 6.9 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์สับปะรด

ตัวแปร	$PIDO_t$	$PIEX_t$
<i>Constant</i>	305.712 (0.913)	169.782 (0.196)
P_{PI_t}	-298.231 (-1.224)	-235.620 (-1.517)
P_{PIWS_t}	145.890 (0.999)	
P_{PIEX_t}		0.051 (1.783)
จำนวนตัวอย่าง	21	21
R-Square	-0.36	0.21

ที่มา: จากการประมาณสมการ

จากการประมาณค่าแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติข้างต้น จะพบว่า ค่าอุปสงค์พืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับตัวแปรราคาวัตถุดิบและราคาผลิตภัณฑ์พืชที่จะขายได้ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดระดับอุปสงค์ในทางทฤษฎี โดยความสามารถของตัวแปรอิสระในการอธิบายตัวแปรตามสังเกตได้จากค่า R-Square ซึ่งได้บอกถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่ใช้ในแบบจำลอง อย่างไรก็ตามในสถานการณ์จริงยังมีตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับอุปสงค์ และไม่ได้นำมาพิจารณาในแบบจำลอง ซึ่งนับเป็นข้อจำกัดของแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในการศึกษาครั้งนี้ อีกทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามก็มิได้เป็นไปตามทฤษฎีอุปสงค์ ที่กล่าวว่าราคาจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณอุปสงค์ในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากราคาผลผลิตของพืชหลายชนิดที่นำมาพิจารณาล้วนแต่ได้รับอุดหนุนราคาของภาครัฐแทบทั้งสิ้น จึงอาจทำให้ทิศทางความสัมพันธ์ของราคากับปริมาณอุปสงค์เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งอาจส่งผลให้ความสามารถในการอธิบายปริมาณอุปสงค์ของตัวแปรราคามีค่าน้อย แต่อย่างไรก็ตาม ค่าประมาณอุปสงค์พืชที่ได้ก็สามารถสะท้อนถึงสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในอดีต (พ.ศ.2534-2554) ซึ่งหากในอนาคต (พ.ศ. 2555-2564) ตั้งสมมติฐานให้ภาครัฐดำเนินนโยบายเกษตรเช่นเดียวกับที่ผ่านมา ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ก็มีความเหมาะสมในการใช้พยากรณ์ปริมาณและราคาผลผลิตในอนาคต

ผลการประมาณค่าแนวโน้มจากแบบจำลอง

ในส่วนนี้จะนำเสนอผลการศึกษาแบบจำลองใน 2 ส่วน คือ การคาดการณ์แนวโน้มแบบปกติ และการคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์จำลอง ผลการศึกษามีดังต่อไปนี้

1) กรณีปกติ

กรณีปกติ คือ กรณีที่กำหนดให้ตัวแปรต่างๆ ภายในแบบจำลองเปลี่ยนแปลงได้อย่างอิสระ เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการใช้พืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นในอนาคต ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และราคาผลผลิต

จากการพยากรณ์ในกรณีปกติ พบว่า ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 6.68 ต่อปี รองลงมาคือ ถั่ว อ้อย และสับปะรด ตามลำดับ ด้านพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่างมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นอัตราการลดลงเฉลี่ยร้อยละ 7.92 รองลงมาคือ ข้าวฟ่าง และข้าว ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6.10

ผลการพยากรณ์ราคาผลผลิต พบว่า ราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6.10

ตารางที่ 6.10 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828.07	9,868.75	10,464.11	11,073.35	11,579.32	12,052.15	12,462.08	12,810.53	13,084.22	13,279.30	4.68
อ้อย	8,034.34	6,424.92	7,141.71	6,994.98	7,212.45	7,311.98	7,478.55	7,638.19	7,818.34	8,006.81	0.30
ข้าว	60,294.73	60,629.63	59,297.95	58,818.43	58,182.18	57,781.11	57,481.69	57,354.36	57,380.21	57,557.29	(0.51)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,024.68	7,009.48	6,814.12	6,580.22	6,245.02	5,823.07	5,305.53	4,700.41	4,020.39	3,288.10	(7.92)
ข้าวฟ่าง	196.70	209.22	215.17	220.11	221.53	220.26	215.90	208.70	198.88	186.95	(0.49)
ถั่ว	1,666.78	1,723.96	1,770.24	1,844.85	1,925.03	2,011.75	2,094.83	2,167.74	2,222.71	2,254.38	3.42
สับปะรด	666.20	680.80	679.02	686.25	688.84	690.56	689.11	684.88	677.47	667.13	0.02

ที่มา: จากการพยากรณ์

ตารางที่ 6.11 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.61	2.71	2.93	3.17	3.46	3.77	4.13	4.53	4.97	5.45	8.51
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.07	1.12	1.19	1.26	1.34	1.42	3.87
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.06	12.44	12.86	13.30	13.77	14.27	14.79	3.41
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.49	8.71	8.84	8.88	8.82	8.66	8.38	7.99	0.25
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.33	6.36	6.40	6.47	6.56	6.67	6.79	0.70
ถั่ว	20.47	21.54	22.73	23.98	25.32	26.76	28.32	30.02	31.87	33.88	5.76
สับปะรด	6.00	6.42	7.00	7.54	8.15	8.79	9.49	10.23	11.02	11.86	7.87

ที่มา: จากการพยากรณ์

2) กรณีจำลอง

กรณีจำลอง คือ กรณีที่จำลองให้ปริมาณการผลิตเอทานอลมีปริมาณพอเพียงกับความต้องการใช้เอทานอลของไทยในอนาคต ซึ่งได้คาดการณ์ไว้แล้วในบทที่ 3 โดยในการศึกษาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนจะกำหนดให้อุปสงค์น้ำมันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก ซึ่งเป็นอุปสงค์สืบเนื่องถูกกำหนดขึ้นจากอุปสงค์เอทานอลในอนาคต แสดงดังตามตารางที่ 6.12 ซึ่งความต้องการใช้เอทานอลของไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันละ 1.70 ล้านลิตรในปี 2555 เป็นวันละ 4.88 ล้านลิตรในปี 2564 โดยแบ่งผลการพยากรณ์กรณีจำลองออกเป็น 2 กรณี เช่นเดียวกับการคาดการณ์วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอล ดังนี้

กรณีจำลองที่ 1 สัดส่วนการใช้มันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 40:20:40

กรณีจำลองที่ 2 สัดส่วนการใช้มันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 50:20:30

สัดส่วนหัวมันสด/มันเส้น น้ำอ้อย และกากน้ำตาลที่ใช้ผลิตเอทานอลได้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต แสดงดังตารางที่ 6.13 ซึ่งสัดส่วนนี้จะถูกแทนค่าลงในแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน เพื่อใช้พยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณและราคาผลผลิต ตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคต

ตารางที่ 6.12 ค่าคาดการณ์อุปสงค์เอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

ปี พ.ศ.		2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564
ปริมาณ	(ลล./วัน)	1.70	1.97	2.25	2.56	2.89	3.24	3.61	4.01	4.43	4.88
เอทานอล	(ลล./ปี)	622	719	823	934	1,054	1,181	1,317	1,462	1,617	1,782

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 6.13 ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอล ปี พ.ศ. 2555-2564

ปี พ.ศ.	สัดส่วนการใช้วัตถุดิบ (พันตัน)					
	กรณีจำลองที่ 1			กรณีจำลองที่ 2		
	หัวมันสด	น้ำอ้อย	กากน้ำตาล	หัวมันสด	น้ำอ้อย	กากน้ำตาล
	ร้อยละ 40	ร้อยละ 20	ร้อยละ 40	ร้อยละ 50	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30
2555	932.67	266.48	1,674.03	932.67	266.48	1,674.03
2556	1,134.33	503.26	1,844.36	1,182.26	503.26	1,813.94
2557	1,362.56	799.51	2,006.90	1,472.29	799.51	1,937.26
2558	1,619.67	1,161.36	2,159.96	1,806.56	1,161.36	2,041.36
2559	1,908.16	1,595.43	2,301.67	2,189.11	1,595.43	2,123.38
2560	2,230.67	2,108.82	2,430.01	2,624.31	2,108.82	2,180.20
2561	2,590.04	2,709.20	2,542.77	3,116.83	2,709.20	2,208.46
2562	2,989.32	3,404.77	2,637.53	3,671.67	3,404.77	2,204.50
2563	3,431.76	4,204.36	2,711.69	4,294.19	4,204.36	2,164.37
2564	3,920.83	5,117.45	2,762.40	4,990.15	5,117.45	2,083.80

ที่มา: จากการคำนวณ

จากผลการพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก และราคาผลผลิต พบว่า ในกรณีจำลองที่ 1 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ถั่ว อ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 4.81 ด้านค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ข้าว และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.18 รองลงมา คือ ข้าวฟ่าง ข้าว และถั่ว ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6.14 สำหรับค่าพยากรณ์ราคาผลผลิต พบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังและสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 8.73 และ 7.90 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6.15

ผลการพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกและราคาผลผลิต ในกรณีจำลองที่ 2 พบว่า ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ถั่ว อ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 4.88 ด้านค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ข้าว และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.23 รองลงมา คือ ข้าวฟ่าง ข้าว และถั่ว ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 6.16 สำหรับค่าพยากรณ์ราคาผลผลิต พบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 8.85 รองลงมา คือ สับปะรด ร้อยละ 7.91 แสดงดังตารางที่ 6.17

ตารางที่ 6.14 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 1

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828.07	9,888.42	10,501.88	11,130.77	11,656.47	12,146.30	12,572.09	12,934.95	13,222.06	13,430.10	4.81
อ้อย	8,034.34	6,444.93	7,162.51	7,043.47	7,271.02	7,390.34	7,576.75	7,759.65	7,965.13	8,181.37	0.54
ข้าว	60,294.73	60,595.39	59,250.74	58,735.58	58,082.92	57,661.89	57,345.82	57,201.11	57,207.95	57,361.34	(0.55)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,024.68	7,005.52	6,805.63	6,563.14	6,218.07	5,784.13	5,253.55	4,635.30	3,943.58	3,202.65	(8.18)
ข้าวฟ่าง	196.70	209.10	214.94	219.62	220.77	219.16	214.40	206.79	196.56	184.26	(0.65)
ถั่ว	1,666.78	1,722.98	1,768.18	1,840.48	1,917.83	2,000.63	2,078.76	2,145.67	2,193.83	2,218.26	3.23
สับปะรด	666.20	680.41	678.45	685.13	687.29	688.42	686.31	681.33	673.12	661.98	(0.06)

ที่มา: จากการพยากรณ์

ตารางที่ 6.15 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น กรณีจำลองที่ 1

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.63	2.74	2.96	3.21	3.50	3.83	4.21	4.62	5.08	5.58	8.73
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.06	1.11	1.17	1.24	1.31	1.38	3.59
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.05	12.44	12.85	13.29	13.76	14.25	14.77	3.40
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.48	8.70	8.81	8.85	8.77	8.59	8.29	7.89	0.10
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.34	6.36	6.41	6.48	6.57	6.68	6.81	0.74
ถั่ว	20.47	21.55	22.74	23.99	25.33	26.78	28.35	30.06	31.91	33.94	5.78
สับปะรด	6.00	6.43	7.01	7.55	8.16	8.81	9.51	10.26	11.05	11.90	7.90

ที่มา: จากการพยากรณ์

ตารางที่ 6.16 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828.07	9,888.42	10,501.88	11,137.89	11,672.55	12,172.15	12,608.92	12,983.70	13,283.64	13,505.40	4.88
อ้อย	8,034.34	6,444.93	7,162.51	7,049.86	7,278.12	7,401.11	7,590.75	7,777.84	7,987.95	8,209.48	0.58
ข้าว	60,294.73	60,595.39	59,250.74	58,723.91	58,064.00	57,633.19	57,307.56	57,152.28	57,147.62	57,287.81	(0.56)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,024.68	7,005.52	6,805.63	6,561.83	6,215.02	5,778.50	5,244.74	4,622.88	3,927.55	3,183.49	(8.23)
ข้าวฟ่าง	196.70	209.10	214.94	219.58	220.68	218.98	214.13	206.39	196.03	183.60	(0.69)
ถั่ว	1,666.78	1,722.98	1,768.18	1,840.12	1,916.97	1,998.93	2,075.88	2,141.21	2,187.41	2,209.59	3.19
สับปะรด	666.20	680.41	678.45	685.00	687.05	688.02	685.72	680.50	672.03	660.59	(0.09)

ที่มา: จากการพยากรณ์

ตารางที่ 6.17 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.63	2.74	2.97	3.22	3.52	3.86	4.23	4.66	5.12	5.64	8.85
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.06	1.11	1.18	1.24	1.31	1.39	3.62
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.05	12.43	12.85	13.29	13.75	14.25	14.77	3.39
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.48	8.69	8.81	8.84	8.76	8.57	8.27	7.87	0.07
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.34	6.36	6.41	6.48	6.57	6.69	6.81	0.74
ถั่ว	20.47	21.55	22.74	23.99	25.33	26.78	28.35	30.06	31.92	33.95	5.78
สับปะรด	6.00	6.43	7.01	7.55	8.16	8.81	9.51	10.26	11.06	11.91	7.91

ที่มา: จากการพยากรณ์

การพยากรณ์แบบจำลองในกรณีจำลอง ได้กำหนดให้สัดส่วนการใช้วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลเป็นสัดส่วน ที่สามารถบรรลุเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคต โดยปริมาณการใช้มันสำปะหลัง และอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก สามารถแทนค่าลงในแบบจำลองได้โดยตรง แตกต่างจากปริมาณการใช้กากน้ำตาลสำหรับผลิตเอทานอล ที่ไม่สามารถแทนค่าลงในแบบจำลองได้โดยตรง เนื่องจากกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล ซึ่งปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงได้ คำนวณจากการอุปสงค์อ้อยเพื่อการผลิตน้ำตาลคูณด้วยอัตราการแปลง โดยใช้อัตราอ้อย 1 ตันได้ กากน้ำตาลเฉลี่ย 46.13 กิโลกรัม จากนั้นต้องทำการตรวจสอบปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงในอนาคต เทียบสัดส่วนกับอุปสงค์กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอล และปริมาณกากน้ำตาลที่เหลือสำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้วจึงทำการคัดเลือกกรณีจำลองที่ใช้สัดส่วนวัตถุดิบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด โดยคำนึงถึงอัตราการขยายตัวของสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลที่ผ่านมาในอดีต

จากตารางที่ 6.18 และ 6.19 พบว่า ปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงมีเพียงพอกับความต้องการใช้กากน้ำตาลสำหรับผลิตเอทานอลในทั้งสองกรณี และยังมีเหลือเพียงพอสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลและอุตสาหกรรมอื่นๆ มีดังนี้ กรณีจำลองที่ 1 สัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลและสินค้าอื่นๆ เท่ากับ 60:40 และกรณีจำลองที่ 2 เท่ากับ 45:55 ในปี พ.ศ. 2564 ซึ่งจากการตรวจสอบอัตราการขยายตัวของปริมาณการใช้กากน้ำตาลในปี 2550-2554 พบว่า สัดส่วนการใช้ประโยชน์กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลและอื่นๆ อยู่ที่ประมาณ 30:70 และสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 9 ต่อปี ซึ่งหากตั้งสมมติฐานให้สัดส่วนการใช้กากน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลในช่วงปี 2555-2564 เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเดียวกัน ในปี 2564 สัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลและอุตสาหกรรมอื่นๆ จะเท่ากับ 64:36 ซึ่งใกล้เคียงกับสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในกรณีจำลองที่ 1 ดังนั้นจึงเลือกสัดส่วนการใช้วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลในกรณีจำลองที่ 1 มาเป็นตัวแทนในการศึกษาในครั้งนี้

ตารางที่ 6.18 เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 1

ปี พ.ศ.	ปริมาณการใช้กากน้ำตาล (พันตัน)			สัดส่วนการใช้กากน้ำตาล (ร้อยละ)		
	ผลิตจริง	เอทานอล	อื่นๆ	ผลิตจริง	เอทานอล	อื่นๆ
2555	4,171.45	1,674.03	2,497.42	100	40.13	59.87
2556	3,279.33	1,844.36	1,434.98	100	56.24	43.76
2557	3,745.89	2,006.90	1,738.99	100	53.58	46.42
2558	3,715.82	2,159.96	1,555.86	100	58.13	41.87
2559	3,896.12	2,301.67	1,594.45	100	59.08	40.92
2560	4,009.18	2,430.01	1,579.17	100	60.61	39.39
2561	4,164.66	2,542.77	1,621.90	100	61.06	38.94
2562	4,317.88	2,637.53	1,680.35	100	61.08	38.92
2563	4,486.06	2,711.69	1,774.37	100	60.45	39.55
2564	4,661.54	2,762.40	1,899.13	100	59.26	40.74

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 6.19 เปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำตากาฬ กรณีจำลองที่ 2

ปี พ.ศ.	ปริมาณการใช้น้ำตากาฬ (พันตัน)			สัดส่วนการใช้น้ำตากาฬ (ร้อยละ)		
	ผลิตจริง	เอทานอล	อื่นๆ	ผลิตจริง	เอทานอล	อื่นๆ
2555	4,171.45	1,674.03	2,497.42	100	40.13	59.87
2556	3,279.33	1,813.94	1,465.39	100	55.31	44.69
2557	3,745.89	1,937.26	1,808.63	100	51.72	48.28
2558	3,719.73	2,041.36	1,678.37	100	54.88	45.12
2559	3,900.57	2,123.38	1,777.19	100	54.44	45.56
2560	4,016.06	2,180.20	1,835.86	100	54.29	45.71
2561	4,173.81	2,208.46	1,965.35	100	52.91	47.09
2562	4,330.04	2,204.50	2,125.53	100	50.91	49.09
2563	4,501.67	2,164.37	2,337.29	100	48.08	51.92
2564	4,681.21	2,083.80	2,597.42	100	44.51	55.49

ที่มา: จากการคำนวณ

6.2 ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค

แบบจำลองกับสมการการผลิตและสมการการบริโภค

ผลของการแทนค่าฟังก์ชัน Cobb-Douglas ในสมการการผลิตและการบริโภค จะส่งผลให้สมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดในการหาดุลยภาพในระยะยาวแบบพลวัตแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$W = \int_0^T e^{-rt} u[(y_t^d)^{Alp} \cdot (B_{Ca} \cdot Ca_t^d)^{Bet} \cdot (B_{Sud} \cdot Su_t^d)^{Gam}] dt \quad (6A.1)$$

$$y_t^d + y_t^{ex} + I_t - A_y [(k_t^y)^{i1} \cdot (N_t^y)^{j1} \cdot (L_t^y)^{m1} \cdot (U_t^y)^{n1}] = 0 \quad (6A.2)$$

$$Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - A_{Ca} [(k_t^{Ca})^{i2} \cdot (N_t^{Ca})^{j2} \cdot (L_t^{Ca})^{m2} \cdot (U_t^{Ca})^{n2}] \leq 0 \quad (6A.3)$$

$$Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - A_{Su} [(k_t^{Su})^{i3} \cdot (N_t^{Su})^{j3} \cdot (L_t^{Su})^{m3} \cdot (U_t^{Su})^{n3}] \leq 0 \quad (6A.4)$$

$$E_t - A_E [(k_t^E)^{i4} \cdot (N_t^E)^{j4} \cdot (Ca_t^E)^{Bet4} \cdot (Su_t^E)^{Gam4} \cdot (U_t^E)^{n4}] \leq 0 \quad (6A.5)$$

$$k_t - k_t^y - k_t^{Ca} - k_t^{Su} - k_t^E = 0 \quad (6A.6)$$

$$\bar{N} - N_t^y - N_t^{Ca} - N_t^{Su} - N_t^E = 0 \quad (6A.7)$$

$$\bar{L} - L_t^y - L_t^{Ca} - L_t^{Su} = 0 \quad (6A.8)$$

$$U_t^{im} + U_t^d + E_t - U_t^y - U_t^{Ca} - U_t^{Su} - U_t^E = 0 \quad (6A.9)$$

$$(B_{Ca} \cdot Ca_t^{ex} + B_{Sux} \cdot Su_t^{ex} + y_t^{ex})B_{yex} = A_{Uim} \cdot U_t^{im} \quad (6A.10)$$

ข้อมูลและค่าสัมประสิทธิ์

แบบจำลองมหภาคดังกล่าวได้นำมาใช้กับข้อมูลของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ ฟังก์ชันการบริโภค ฟังก์ชันการผลิต และการจัดสรรปัจจัยในการผลิตให้เหมาะสมกับเศรษฐกิจของประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าตัวแปรเป็นข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2554 และข้อมูลจากงานวิจัยสำหรับบางตัวแปร แสดงได้ดังตารางที่ 6.20

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ จะมีตัวแปร *Alp Bet* และ *Gam* ซึ่งเป็นค่าของสินค้าอื่นในระบบ มันสำปะหลัง และอ้อย ตามลำดับ โดยกำหนดให้ค่าใช้จ่ายในการบริโภคของภาคเอกชนขั้นสุดท้ายภายในประเทศ (ไม่รวมสินค้าที่มาจากพืชพลังงาน) กำหนดให้ *Alp* = 0.97774 ค่าใช้จ่ายในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังภายในประเทศ *Bet* = 0.01056 และค่าใช้จ่ายในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากอ้อยภายในประเทศ *Gam* = 0.01170 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) โดยที่สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของมันสำปะหลัง $B_{Ca} = 1.17249$ และสัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของอ้อยที่ใช้ภายในประเทศ $B_{Sud} = 2.16134$ ซึ่งคำนวณมาจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ฟังก์ชันการผลิตสินค้าอื่นๆในระบบ มีปัจจัยการผลิตคือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2552) สามารถกำหนดค่าของทุนในการผลิตสินค้าอื่นๆในระบบ $i1 = 0.6532$ แรงงานในการผลิตสินค้าอื่นๆในระบบ $j1 = 0.2832$ ที่ดินในการผลิตสินค้าอื่นๆในระบบ $m1 = 0.0380$ และพลังงานในการผลิตสินค้าอื่นๆในระบบ $n1 = 0.0256$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าของสินค้าอื่นๆในระบบ $A_y = 1$

ฟังก์ชันการผลิตมันสำปะหลัง มีปัจจัยการผลิตคือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) สามารถกำหนดค่าของทุนในการผลิตมันสำปะหลัง $i2 = 0.2705$ แรงงานในการผลิตมันสำปะหลัง $j2 = 0.5447$ ที่ดินในการผลิตมันสำปะหลัง $m2 = 0.1489$ และพลังงานในการผลิตมันสำปะหลัง $n2 = 0.0359$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าของมันสำปะหลัง $A_{Ca} = 2.68$

ฟังก์ชันการผลิตอ้อย มีปัจจัยการผลิตคือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) สามารถกำหนดค่าของทุนในการผลิตอ้อย $i3 = 0.3768$ แรงงานในการผลิตอ้อย $j3 = 0.4649$ ที่ดินในการผลิตอ้อย $m3 = 0.1164$ และพลังงานในการผลิตมันสำปะหลัง $n3 = 0.0419$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าของอ้อย $A_{Su} = 0.908$

ฟังก์ชันการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน มีปัจจัยการผลิตคือ ทุน แรงงาน มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล (2554) และสมาคมแปรรูปมันสำปะหลังไทย (2554) สามารถกำหนดค่าของทุนในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $i4 = 0.2002$ แรงงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $j4 = 0.0501$ มันสำปะหลังที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Bet4 = 0.2057$ อ้อยที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Gam4 =$

0.0176 กากน้ำตาลที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Gamm=0.4534$ และพลังงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $n4 = 0.0728$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงาน $A_E = 1$

ฟังก์ชันการซื้อขายแลกเปลี่ยน กำหนดให้ค่า สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของมันสำปะหลัง $B_{Ca}=1.17249$ สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของอ้อยที่ส่งออกต่างประเทศ $B_{Suex}=1.87076$ สัดส่วนมูลค่าการส่งออกต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน $B_{yex}=0.8639$ และสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงานที่นำเข้าจากต่างประเทศ $A_{Uim}=19.0281$ คำนวนจากข้อมูลของ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2554)

ตัวแปรที่เหลือจะประกอบไปด้วยที่ดิน คำนวนจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554) ซึ่งที่ดินการเกษตรทั้งหมดในประเทศไทย $\bar{L} = 151.922$ ล้านไร่ แรงแรงงานทั้งหมดที่มีในระบบเศรษฐกิจ คำนวนจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2555) ซึ่งแรงงานในประเทศไทย $\bar{N}=38.464$ ล้าน และจากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย (2555) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ยจากธนาคารขนาดใหญ่ 5 แห่ง ปี พ.ศ. 2554 เท่ากับร้อยละ 1.4025 ต่อปี และจากข้อมูลของกรมสรรพากร (2555) กำหนดให้ค่าสิทธิหรรและค่าเสื่อมราคาของทุนเท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี

ตารางที่ 6.20 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	รายละเอียดตัวแปร
<i>Alp</i>	0.97774	สัดส่วนการบริโภคสินค้าอื่นในประเทศ
<i>Bet</i>	0.01056	สัดส่วนการบริโภคสินค้าปะหลังในประเทศ
<i>Gam</i>	0.01170	สัดส่วนการบริโภคอ้อยในประเทศ
$[(k_t^y)^{i1} \cdot (N_t^y)^{j1} \cdot (L_t^y)^{m1} \cdot (U_t^y)^{n1}]$		
<i>i1</i>	0.6532	ปัจจัยทุนในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>j1</i>	0.2832	ปัจจัยแรงงานในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>m1</i>	0.0380	ปัจจัยที่ดินในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>n1</i>	0.0256	ปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>A_y</i>	1	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าสินค้าอื่นในระบบ
$[(k_t^{Ca})^{i2} \cdot (N_t^{Ca})^{j2} \cdot (L_t^{Ca})^{m2} \cdot (U_t^{Ca})^{n2}]$		
<i>i2</i>	0.2705	ปัจจัยทุนในการผลิตมันสำปะหลัง
<i>j2</i>	0.5447	ปัจจัยแรงงานในการผลิตมันสำปะหลัง
<i>m2</i>	0.1489	ปัจจัยที่ดินในการผลิตมันสำปะหลัง
<i>n2</i>	0.0359	ปัจจัยพลังงานในการผลิตมันสำปะหลัง
<i>A_{Ca}</i>	2.68	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่ามันสำปะหลัง
$[(k_t^{Su})^{i3} \cdot (N_t^{Su})^{j3} \cdot (L_t^{Su})^{m3} \cdot (U_t^{Su})^{n3}]$		
<i>i3</i>	0.3768	ปัจจัยทุนในการผลิตอ้อย
<i>j3</i>	0.4649	ปัจจัยแรงงานในการผลิตอ้อย
<i>m3</i>	0.1164	ปัจจัยที่ดินในการผลิตอ้อย
<i>n3</i>	0.0419	ปัจจัยพลังงานในการผลิตอ้อย
<i>A_{Su}</i>	0.908	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าอ้อย
$[(k_t^E)^{i4} \cdot (N_t^E)^{j4} \cdot (Ca_t^E)^{Bet4} \cdot (Su_t^E)^{Gam4} \cdot (Su_t^M)^{Gamm} \cdot (U_t^E)^{n4}]$		
<i>i4</i>	0.2002	ปัจจัยทุนในการผลิตพลังงาน
<i>j4</i>	0.0501	ปัจจัยแรงงานในการผลิตพลังงาน
<i>Bet4</i>	0.2057	ปัจจัยมันสำปะหลังในการผลิตพลังงาน
<i>Gam4</i>	0.0176	ปัจจัยอ้อยในการผลิตพลังงาน
<i>Gamm</i>	0.4534	ปัจจัยกากน้ำตาลในการผลิตพลังงาน
<i>n4</i>	0.0728	ปัจจัยพลังงานในการผลิตพลังงาน
<i>A_E</i>	1	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงาน
<i>B_{Ca}</i>	1.17249	มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง
<i>B_{Sud}</i>	2.16134	มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์อ้อยใช้ในประเทศ
<i>B_{Suex}</i>	1.87076	มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์อ้อยส่งออกต่างประเทศ
<i>B_{yex}</i>	0.86390	มูลค่าสินค้าอื่นส่งออกต่อมูลค่าพลังงานนำเข้า
<i>A_{Uim}</i>	19.0281	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงานนำเข้า
$\bar{L}$	151.922	ที่ดินการเกษตรประเทศไทย
$\bar{N}$	38.464	แรงงานในประเทศไทย
<i>r</i>	0.014025	อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ย
<i>de</i>	0.05	ค่าสิทธิและค่าเสื่อมราคา

ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

ผลการคำนวณหาคำตอบของระบบสมการในสถานะดุลยภาพ หรือการแก้ระบบสมการ Current value necessary equations (5A.51) - (5A.85) นั้น โดยกำหนดให้ $\frac{dk}{dt} = \frac{d\lambda}{dt} = 0$ เพื่อคำนวณหาเซตคำตอบที่ Steady State แสดงได้ดังตารางที่ 6.21 โดยเซตคำตอบที่ได้นี้คือจุดที่ได้ค่าอรรถประโยชน์ของสังคมสูงสุด ซึ่งเซตของคำตอบประกอบไปด้วยค่าที่สำคัญดังต่อไปนี้ ปริมาณการบริโภคสินค้าในระบบเศรษฐกิจ ปริมาณการผลิตสินค้า พืชพลังงาน และเอทานอล ซึ่งเซตคำตอบที่ได้ให้ค่าเป็นอัตราส่วนหากต้องการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงจำเป็นต้องขยายความด้วยน้ำหนักหรือมาตราที่ถูกต้อง แต่ค่าของเซตคำตอบที่ได้นี้แสดงถึงสถานะที่เป็นดุลยภาพในระยะยาวของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลา t

ผลการศึกษาได้เซตคำตอบใน Steady State ซึ่งอธิบายผลต่างๆ ได้ดังนี้ ดุลยภาพของการบริโภคของสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีค่าเท่ากับ 505.9 หน่วย ดุลยภาพของการบริโภคผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังเท่ากับ 4.6 หน่วย และจากอ้อย 2.8 หน่วย โดยมีการส่งออกของสินค้าในระบบเศรษฐกิจที่ 9.6 หน่วย พลังงานที่ต้องนำเข้าเท่ากับ 64.5 หน่วย และเอทานอลที่ผลิตได้คิดเป็น 1.6 หน่วย

การจัดสรรการสะสมทุนในระบบเศรษฐกิจพบว่า ในการผลิตสินค้าทั่วไปมีการสะสมทุนมากที่สุดถึง 3,848 หน่วย รองลงมาคือการผลิตอ้อย 27 หน่วย มันสำปะหลัง 19 หน่วย และเพื่อการผลิตเอทานอลเท่ากับ 0.47 หน่วย

การจัดสรรการใช้ปัจจัยแรงงานในระบบเศรษฐกิจพบว่า ในการผลิตสินค้าทั่วไปมีการใช้แรงงานเท่ากับ 37.3 หน่วย รองลงมาคือการผลิตอ้อย 0.574 หน่วย มันสำปะหลัง 0.572 หน่วย และเพื่อการผลิตเอทานอลเท่ากับ 0.002 หน่วย

การจัดสรรการใช้ปัจจัยที่ดินในระบบเศรษฐกิจพบว่า ในการผลิตสินค้าทั่วไปมีการใช้ที่ดินเท่ากับ 143 หน่วย รองลงมาคือการผลิตมันสำปะหลัง 4.62 หน่วย อ้อย 4.17 หน่วย

การจัดสรรการใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรในการผลิตเอทานอล พบว่า กากน้ำตาลยังคงถูกใช้มากที่สุด 0.106 หน่วย รองลงมาคือมันสำปะหลัง 0.037 หน่วย และอ้อย 0.0014 หน่วย

ตารางที่ 6.21 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองใน Steady State

ตัวแปร	ค่าตัวแปร	รายละเอียดตัวแปร
y_t^d	505.9212	สินค้าที่บริโภคและใช้ในประเทศ
Ca_t^d	4.6421	ผลิตภัณฑ์มวลรวมสำหรับบริโภคในประเทศ
Su_t^d	2.2782	ผลิตภัณฑ์อ้อยที่บริโภคในประเทศ
y_t^{ex}	9.5852	สินค้าในส่งออกต่างประเทศ
Ca_t^{ex}	0	ผลิตภัณฑ์มวลรวมสำหรับส่งออกต่างประเทศ
Su_t^{ex}	0.1177	ผลิตภัณฑ์อ้อยที่ส่งออกต่างประเทศ
U_t^{im}	64.4729	พลังงานที่นำเข้าจากต่างประเทศ
E_t	1.6328	พลังงานที่ได้จากพืชพลังงาน
$[(k_t^y)^{i1} \cdot (N_t^y)^{j1} \cdot (L_t^y)^{m1} \cdot (U_t^y)^{n1}]$		
k_t^y	3,487.9003	ทุนในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ
N_t^y	37.3151	แรงงานในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ
L_t^y	143.1278	ที่ดินในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ
U_t^y	134.3822	พลังงานในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ
$[(k_t^{Ca})^{i2} \cdot (N_t^{Ca})^{j2} \cdot (L_t^{Ca})^{m2} \cdot (U_t^{Ca})^{n2}]$		
k_t^{Ca}	19.0580	ทุนในการผลิตมันสำปะหลัง
N_t^{Ca}	0.5725	แรงงานในการผลิตมันสำปะหลัง
L_t^{Ca}	4.6202	ที่ดินในการผลิตมันสำปะหลัง
U_t^{Ca}	1.5030	พลังงานในการผลิตมันสำปะหลัง
$[(k_t^{Su})^{i3} \cdot (N_t^{Su})^{j3} \cdot (L_t^{Su})^{m3} \cdot (U_t^{Su})^{n3}]$		
k_t^{Su}	26.9140	ทุนในการผลิตอ้อย
N_t^{Su}	0.5742	แรงงานในการผลิตอ้อย
L_t^{Su}	4.1739	ที่ดินในการผลิตอ้อย
U_t^{Su}	2.0616	พลังงานในการผลิตอ้อย
$[(k_t^E)^{i4} \cdot (N_t^E)^{j4} \cdot (Ca_t^E)^{Bet4} \cdot (Su_t^E)^{Gam4} \cdot (Su_t^M)^{Gamm} \cdot (U_t^E)^{n4}]$		
k_t^E	0.4751	ทุนในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
N_t^E	0.0020	แรงงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
Ca_t^E	0.0375	มันสำปะหลังในการผลิตพลังงานจากพืช
Su_t^E	0.0014	อ้อยในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
Su_t^M	0.1064	กากน้ำตาลในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
U_t^E	0.1188	พลังงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
ϕ_t	0.8808	ราคาเงาฟังก์ชันการผลิตสินค้าในระบบ
μ_{Ca}	1.0391	ราคาเงาฟังก์ชันการผลิตมันสำปะหลัง
μ_{Su}	2.3837	ราคาเงาฟังก์ชันการผลิตอ้อย
μ_E	16.8211	ราคาเงาฟังก์ชันการผลิตพลังงาน
η_k	0.0799	ราคาเงาของปัจจัยทุน
η_N	4.6270	ราคาเงาของปัจจัยแรงงาน
η_L	0.1593	ราคาเงาของปัจจัยที่ดิน
η_U	16.8211	ราคาเงาของปัจจัยพลังงาน
η_T	0.8840	ราคาเงาฟังก์ชันการซื้อขายแลกเปลี่ยน

ผลการ Simulation Model

หลังจากคำนวณหาเซตของคำตอบในสถานะดุลยภาพในระยะยาว (Steady State) แล้วนั้น ในลำดับต่อไปเป็นกระบวนการหาฟังก์ชันนโยบาย (Policy function) ตามช่วงเวลาที่เป็นอิสระของระบบสมการข้างต้น โดยแบบจำลองการควบคุมดุลยภาพที่ไม่อยู่ภายใต้ขีดจำกัดของระยะเวลา ซึ่งในระบบสมการประกอบไปด้วยสมการ differential equation จำนวน 2 สมการ และ 33 สมการเงื่อนไขใน first order necessary conditions

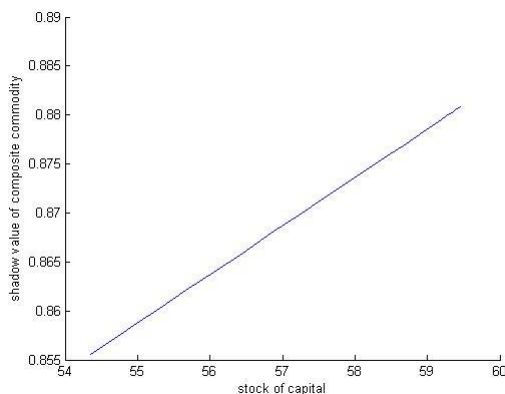
แต่ด้วยความซับซ้อนของสมการและโครงสร้างของแบบจำลองดังนั้นการหาคำตอบของระบบสมการในระยะยาวตั้งแต่ช่วงเวลา 0 – T พบว่าไม่สามารถหาคำตอบของค่า state variable (k_t^*) และ costate variables (λ_t^*) ได้โดยตรง ดังนั้นการศึกษานี้จึงคำนวณหา solution time path ของตัวแปรต่างๆ ด้วยวิธี Linear approximation of the differential equations (Leonard and Van Long, 1992) ซึ่งวิธีการนี้จะได้ General solution ดังนี้:

$$k(t) = C_1 v_{11} e^{\pi_1 \cdot t} + C_2 v_{12} e^{\pi_2 \cdot t} + k_{ss} \quad (6A.11)$$

$$\lambda(t) = C_1 v_{21} e^{\pi_1 \cdot t} + C_2 v_{22} e^{\pi_2 \cdot t} + \lambda_{ss} \quad (6A.12)$$

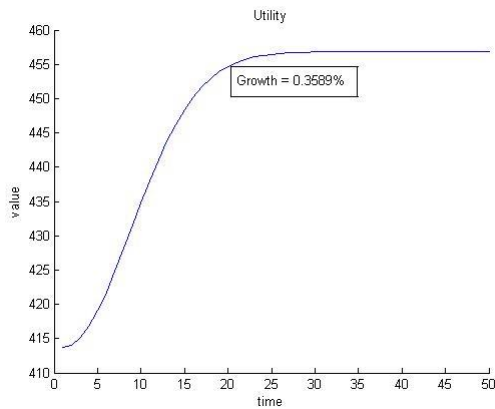
โดย C_i คือค่าคงที่ของการ Integration v_{ij} คือ ค่าองค์ประกอบของ Eigen vectors

ผลการคำนวณได้ผลดังนี้ $C_1=0$, $C_2=3,066.3521$, $v_{12} = -8.2301e-06$, $v_{22} = 0.9999$, $k_{ss} = 3,534.34$ และ $\lambda_{ss} = 0.8808$ ซึ่งความสัมพันธ์ของค่า $k(t)$ และ $\lambda(t)$ ในสมการ (6A.11) และ (6A.12) แสดงในภาพที่ 6.1 โดยฟังก์ชันนโยบายเริ่มต้นจากจุด k_0 ที่เท่ากับ 2,954.52 หน่วยและเคลื่อนที่ไปสู่ Steady State ที่เท่ากับ 3,534.3 หน่วย



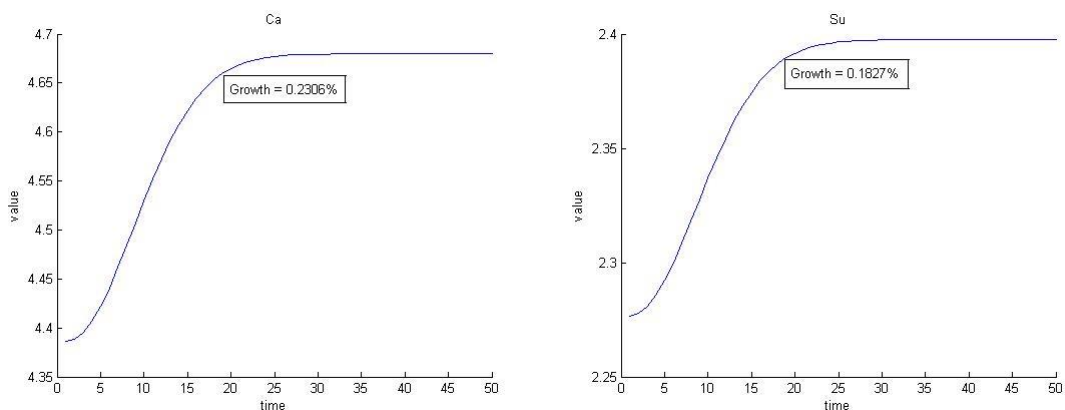
ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง $k(t)$ และ $\lambda(t)$

เมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นของ k_0 ที่เท่ากับ 2,954.52 หน่วยหรือต่ำกว่าที่ระบบเศรษฐกิจจะมีความสามารถในการสะสมทุนประมาณร้อยละ 15 และเคลื่อนที่ไปสู่ Steady State ที่เท่ากับ 3,534.3 หน่วย ส่งผลให้อัตราผลตอบแทนที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลาเริ่มเข้าสู่ดุลยภาพที่เท่ากับ 30 ปี โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.36 ต่อปี ดังภาพที่ 6.2



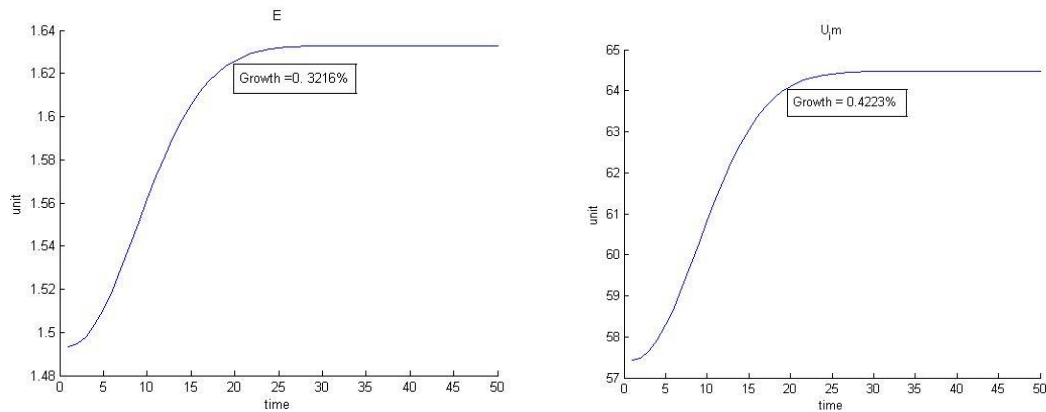
ภาพที่ 6.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดในช่วงเวลา 50 ปี

การเปลี่ยนแปลงในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อยจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ดุลยภาพพบว่า อัตราการขยายตัวของการผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มที่สูงกว่าการผลิตอ้อย โดยการผลิตมันสำปะหลังมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.23 ต่อปี และการผลิตอ้อยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.18 ต่อปี ดังภาพที่ 6.3



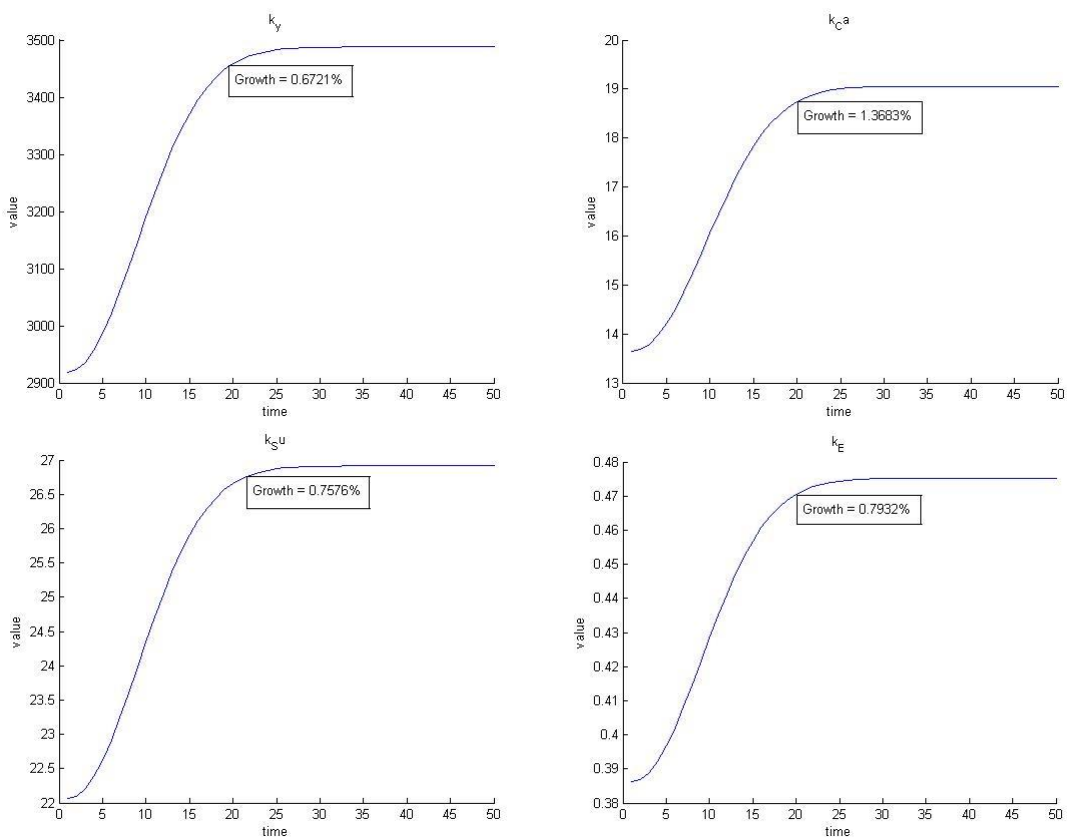
ภาพที่ 6.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงในการผลิตมันสำปะหลัง (ซ้าย) และการผลิตอ้อย (ขวา)

ในดุลยภาพระยะยาวจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ดุลยภาพพบว่าอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อการขยายตัวของการผลิตและการบริโภคในระบบเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 6.4



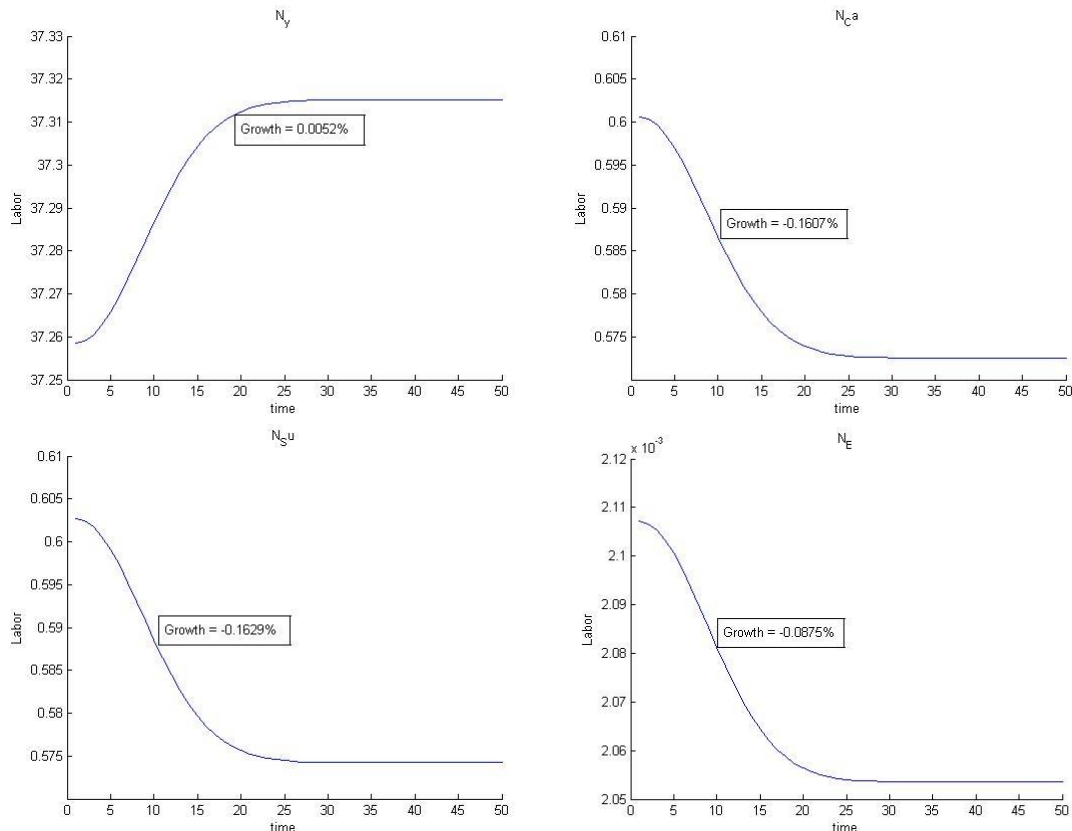
ภาพที่ 6.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (ข้าว) และการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ (ขวา)

การเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยทุนในดุลยภาพระยะยาวพบว่า มีอัตราการเพิ่มขึ้นของการสะสมทุนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากข้อจำกัดของที่ดินและแรงงานที่กำหนดไว้ในแบบจำลองส่งผลให้ในฟังก์ชันการผลิตนั้นเพิ่มการสะสมทุนอย่างไม่มีจำกัด โดยอัตราการขยายตัวของการใช้ทุนในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.67 ต่อปี การผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.36 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.75 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.79 ต่อปี ดังภาพที่ 6.5



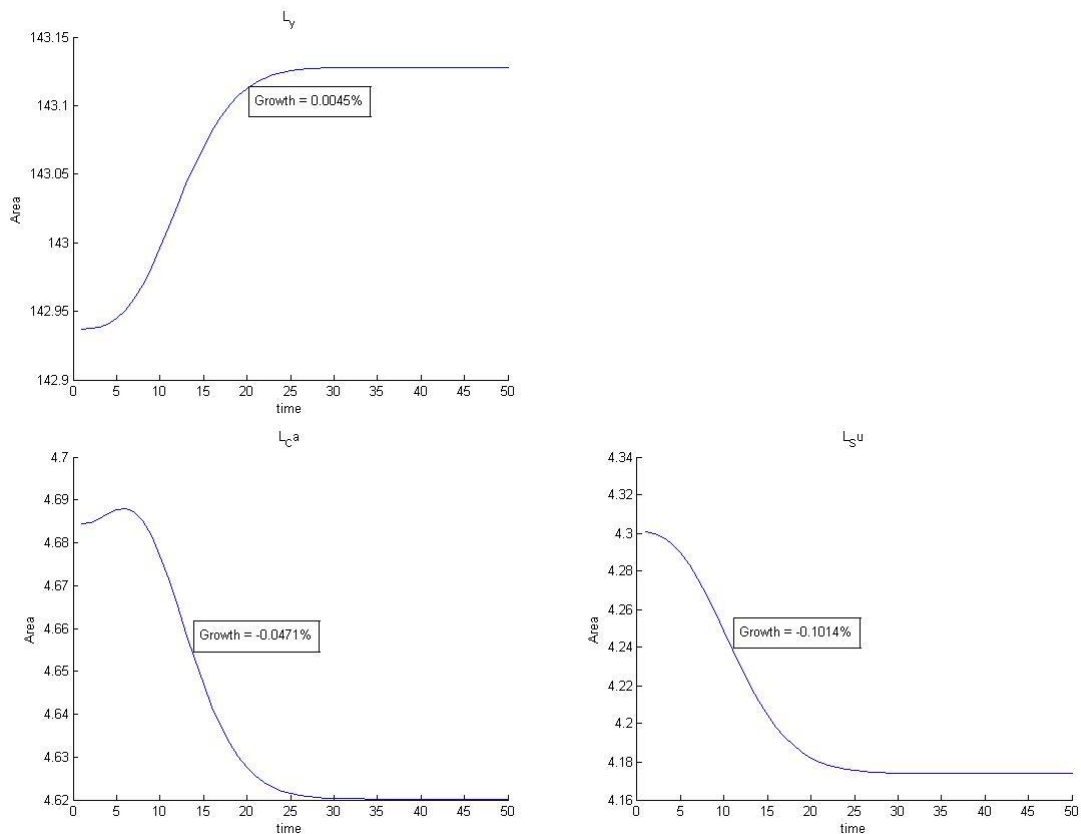
ภาพที่ 6.5 แสดงการสะสมทุนเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ข้าวบน) มันสำปะหลัง (ขวบน) อ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)

การเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยแรงงานในดุลยภาพระยะยาวพบว่าอัตราการขยายตัวของการใช้แรงงานในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.005 ต่อปี แต่การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้แรงงานลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี การผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี และการผลิตเอทานอลลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.087 ต่อปี อันเนื่องมาจากข้อจำกัดของแรงงานที่มีอยู่ในระบบเศรษฐกิจ ดังนั้นในกิจกรรมการผลิตที่ให้ผลตอบแทนของแรงงานสูงกว่าจะมีแนวโน้มที่แรงงานจะย้ายไปสู่ภาคการผลิตนั้นมากขึ้น ดังภาพที่ 6.6



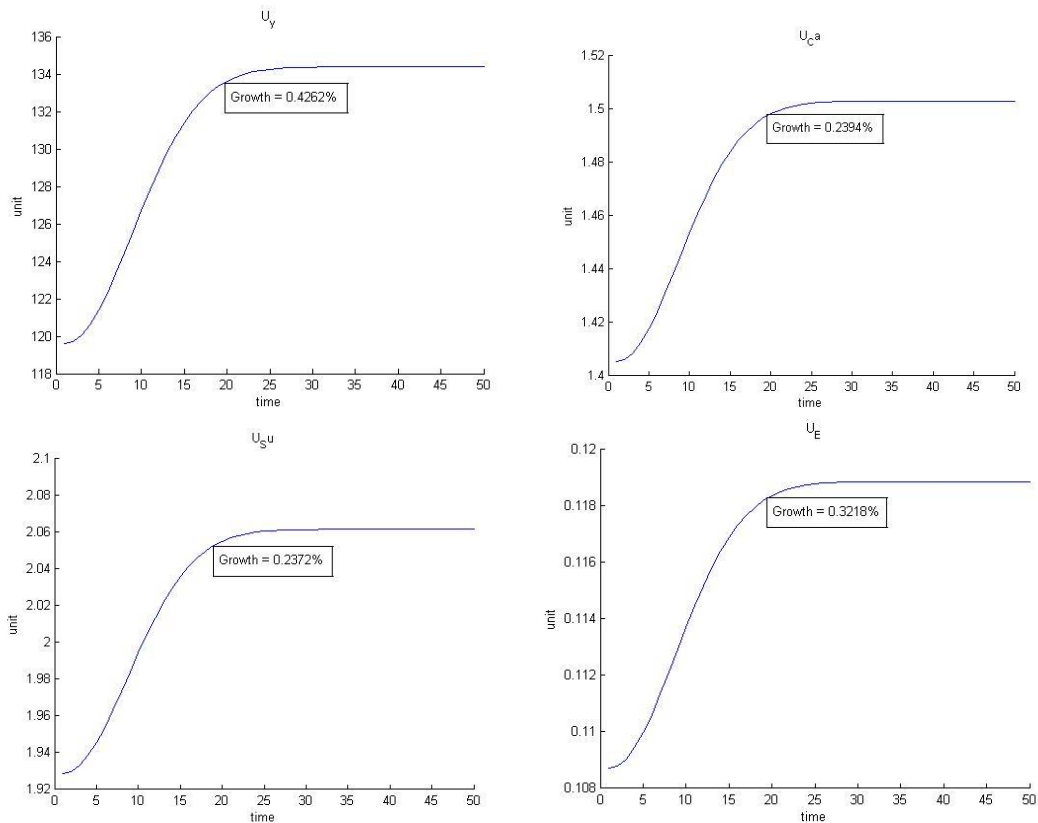
ภาพที่ 6.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้แรงงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ข้าวขน) มันสำปะหลัง (ข้าวขน) อ้อย (ข้าวกลาง) และเอทานอล (ข้าวกลาง)

การเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยที่ดินในดุลยภาพระยะยาวพบว่าอัตราการขยายตัวของการใช้ที่ดินในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.0045 ต่อปี แต่การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้ที่ดินลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.047 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.10 ต่อปี เนื่องจากปัจจัยที่ดินในระบบเศรษฐกิจมีจำกัด จึงส่งผลให้ที่ดินถูกนำไปใช้ในกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า จึงทำให้การใช้ที่ดินเพื่อการผลิตอ้อย และมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลง แต่ลดลงในอัตราที่ไม่มากนัก ดังภาพที่ 6.7



ภาพที่ 6.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (บน) มันสำปะหลัง (ซ้ายล่าง) และอ้อย (ขวาล่าง)

การเปลี่ยนแปลงของการใช้ปัจจัยพลังงานในดุลยภาพระยะยาวพบว่าอัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี แต่การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี ดังภาพที่ 6.8



ภาพที่ 6.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ข้าวบน) มันสำปะหลัง (ข้าวบน) อ้อย (ข้าวล่าง) และเอทานอล (ข้าวล่าง)

6.3 การอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS

ในการอธิบายและอภิปรายผลที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นจากการคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS จากการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ได้แบ่งการวิเคราะห์ผลกระทบออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านทุนในภาคเกษตร
- 2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน
- 3) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการใช้แรงงานในการผลิตในภาคเกษตร
- 4) การเปลี่ยนแปลงในการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน
- 5) ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ ดังต่อไปนี้

1) ผลกระทบต่อราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และราคาอาหารของผู้บริโภค

2) ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์

3) ผลกระทบด้านรายได้ภาคการเกษตร

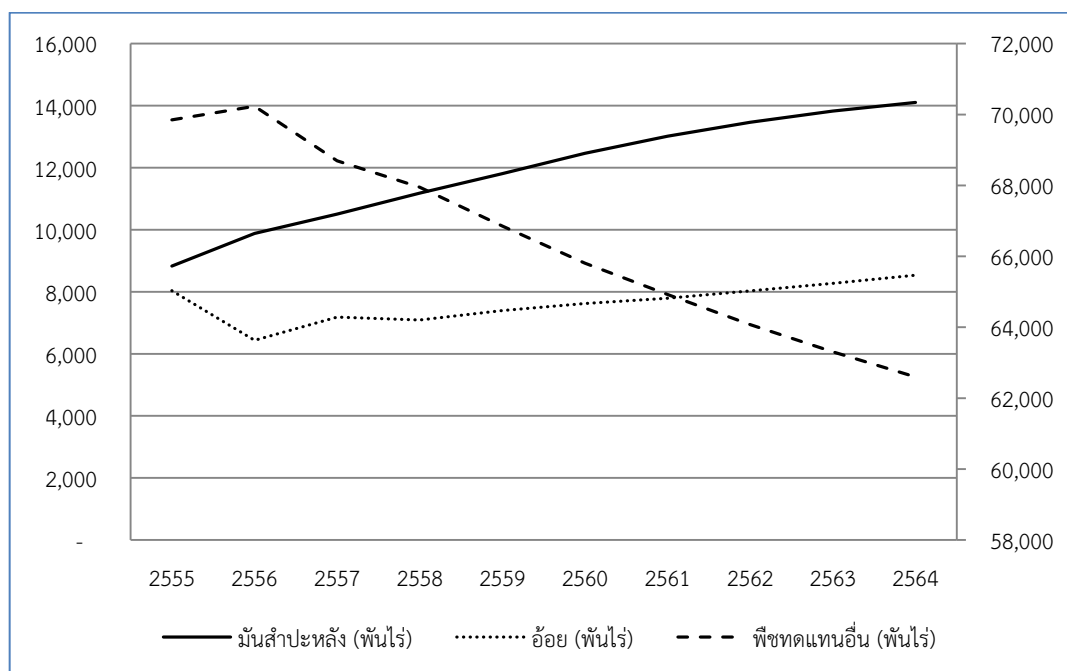
ผลการศึกษาแสดงได้ดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านทุนในภาคเกษตร

การเพิ่มการผลิตเอทานอลและพืชพลังงานในอนาคตพบว่ามีแนวโน้มในการสะสมทุนในภาคเกษตรจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันความเติบโตในภาคเกษตร ทั้งในด้านของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมทุนเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยทุนยังมีบทบาทไม่มากในการเพิ่มการผลิตในภาคเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตในภาคอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

การผลิตเอทานอลให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต โดยการเพิ่มปริมาณการใช้มันสำปะหลังและน้ำอ้อย และลดการใช้กากน้ำตาลลง จะส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้น และพื้นที่เพาะปลูกพืชทดแทนอื่นลดลง จากภาพที่ 6.9 พบว่า พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.38 และ 1.03 ต่อปี ตามลำดับ ด้านพื้นที่เพาะปลูกพืชทดแทนอื่นลดลงเฉลี่ยร้อยละ 1.21 ต่อปี ซึ่งจะเห็นได้ว่า จากความต้องการใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานไปยังพื้นที่เพาะปลูกพืชทดแทนอื่น จึงทำให้พื้นที่เพาะปลูกพืชทดแทนอื่นลดลง



ภาพที่ 6.9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการใช้แรงงานในการผลิตในภาคเกษตร

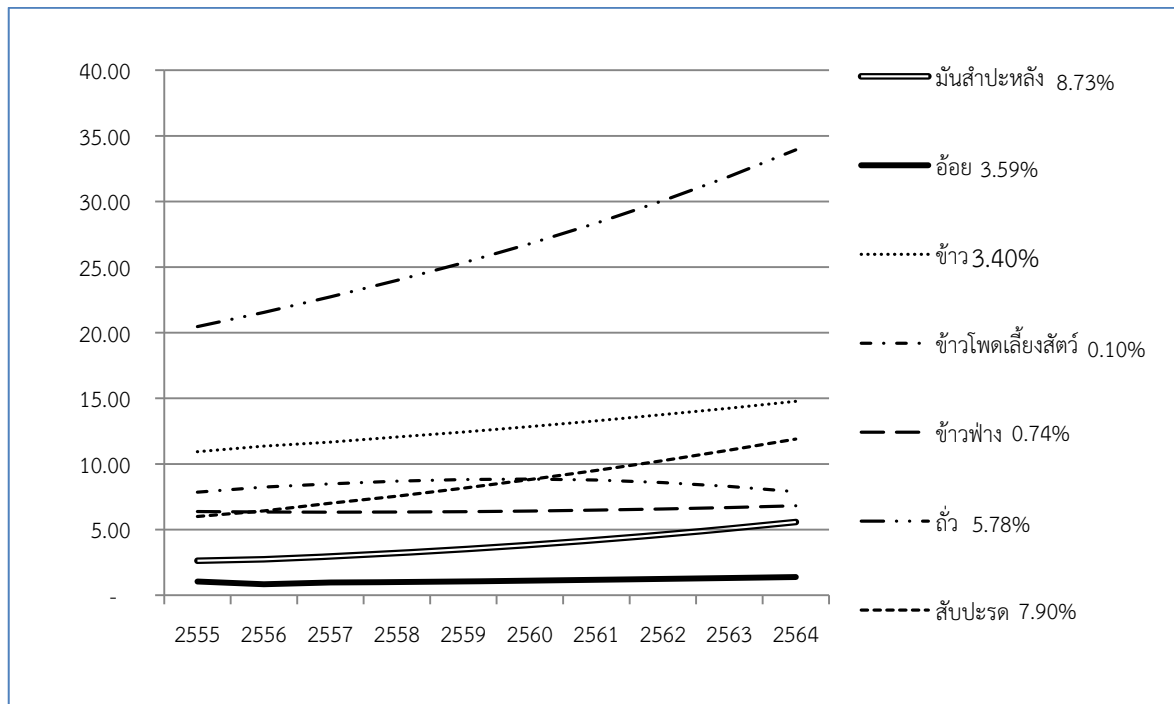
ในทางเดียวกันการขยายตัวของภาคเกษตรในอนาคตมีผลอย่างมากจากปัจจัยแรงงานในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานยังคงเป็นปัจจัยการผลิตที่มีบทบาทสูงในการผลิตภาคเกษตร แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยแรงงานในอนาคตสำหรับการผลิตพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.16 ต่อปี เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการสะสมทุน แทนที่การใช้ปัจจัยแรงงาน

การเปลี่ยนแปลงในการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน

พบว่าแนวโน้มในระยะ 10 ปีข้างหน้าการผลิตเอทานอล ยังคงเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในระยะยาวยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อการขยายตัวของการผลิตและการบริโภคในระบบเศรษฐกิจผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ

1) ผลกระทบต่อราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และ ราคาอาหารของผู้บริโภค

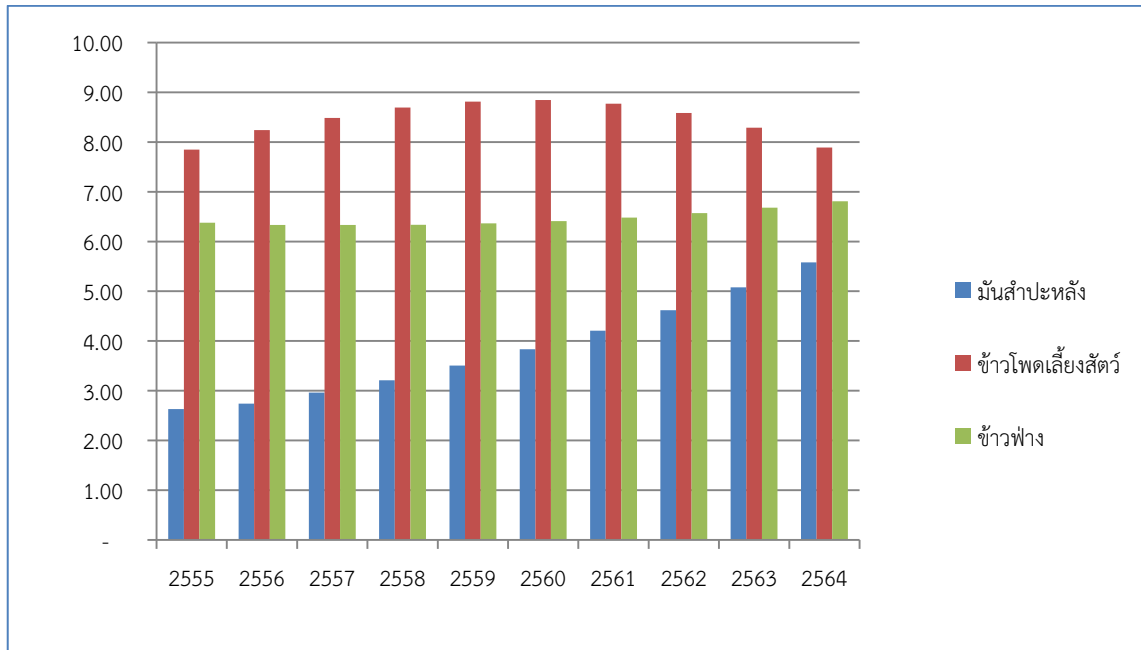
ผลกระทบด้านราคาแบ่งการพิจารณาผลกระทบออกเป็น 3 ระดับราคา คือ ราคาผลผลิตของพืชพลังงาน พืชทดแทนอื่น และราคาอาหาร จากภาพที่ 6.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น พบว่า ราคาพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น การเพิ่มของราคาพืชส่วนใหญ่ อาทิ อ้อย ข้าว ถั่ว และสับปะรด ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย โดยราคาอ้อย ข้าว ถั่ว และสับปะรดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.59 3.40 5.78 และ 7.90 ต่อปี ซึ่งจะทำให้ราคาน้ำตาล ข้าวสาร ธัญพืชพืชต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งสินค้าเกษตรเหล่านี้ล้วนใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารแทบทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวสารซึ่งเป็นสินค้าอาหารหลักของคนไทย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของราคาข้าวสารจึงส่งผลกระทบอย่างมากต่อค่าครองชีพของคนส่วนใหญ่ของประเทศ แต่ในอีกด้านหนึ่งสินค้าเกษตรเหล่านี้ก็เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศด้วยเช่นกัน การเพิ่มขึ้นของราคาสินค้าเกษตรเหล่านี้จะส่งผลให้ราคาส่งออกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาด้วยว่า ราคาสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุปทานที่ลดลง หรือ อุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น จากข้อมูลการผลิตพบว่า อ้อย ข้าวและถั่วมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น แสดงว่า ราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีแก่เกษตรกรและผู้ส่งออกสินค้าเกษตรในกลุ่มน้ำตาล ข้าวและธัญพืชต่างๆ ตรงกันข้ามกับสับปะรดที่มีผลผลิตลดลง ราคาสับปะรดที่เพิ่มขึ้นจึงน่าเป็นผลมาจากอุปทานที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้มีสินค้าสำหรับบริโภคภายในประเทศและส่งออกน้อยลง ต้องซื้อสินค้าในราคาแพง



ภาพที่ 6.10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชพลังงานและพืชอาหารในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

2) ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์

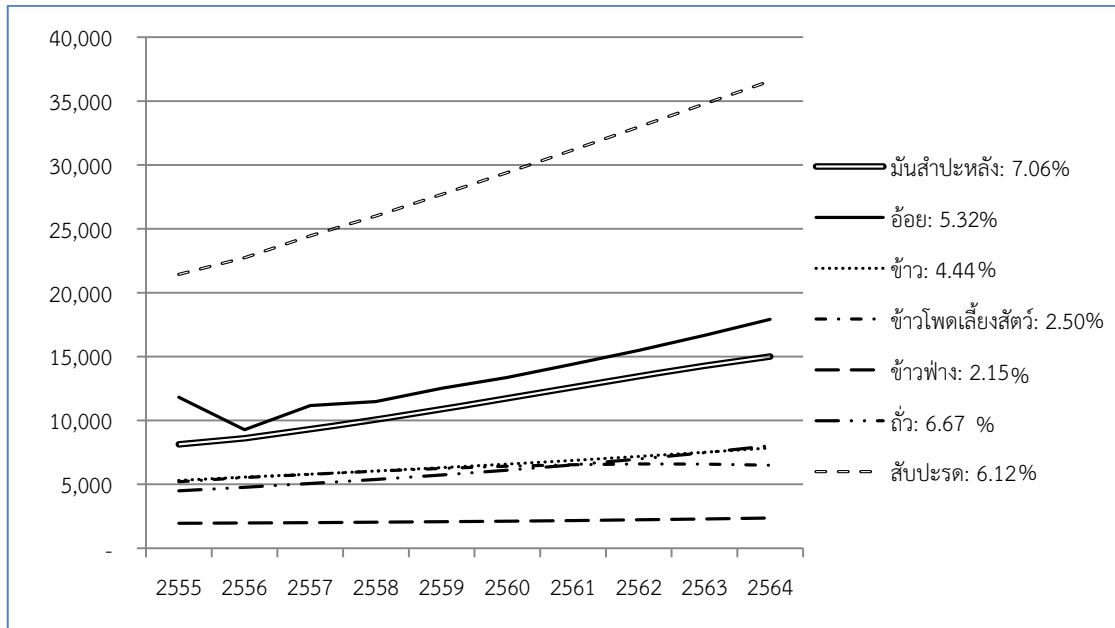
ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์ พิจารณาจากราคาพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันรำปะหลัง ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ซึ่งต่างก็มีการเคลื่อนไหวของราคาที่แตกต่างกันไป โดยราคาดน้ำมันรำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.10 0.74 และ 8.73 ต่อปี ตามลำดับ แสดงตามภาพที่ 6.11 เริ่มจากน้ำมันรำปะหลัง ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมันเส้น และมันอัดเม็ด ราคาดน้ำมันรำปะหลังที่สูงขึ้นมีทั้งผลดีและผลเสีย กล่าวคือ ราคาดน้ำมันรำปะหลังที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ราคาส่งออกมันเส้น มันอัดเม็ดสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลดีต่อการส่งออก แต่ขณะเดียวกันก็ส่งผลเสียต่อฟาร์มเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศที่ใช้มันเส้นและมันอัดเม็ดเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งจะต้องแบกรับกับต้นทุนอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น และส่งผลให้ราคาเนื้อสัตว์ภายในประเทศเพิ่มขึ้นในที่สุด ทั้งนี้เกษตรกรเจ้าของฟาร์มอาจปรับเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบอาหารชนิดอื่นๆ ที่มีราคาถูกกว่า เพื่อลดต้นทุนอาหารสัตว์ ซึ่งก็จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดกับราคาอาหารลงได้ แต่การปรับเปลี่ยนไปใช้ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ก็ต้องพิจารณาสัดส่วนการใช้ในการผสมอาหาร อีกทั้งคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับสัตว์ เนื่องจากราคาข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีราคาสูงกว่าน้ำมันรำปะหลัง



ภาพที่ 6.11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชอาหารสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

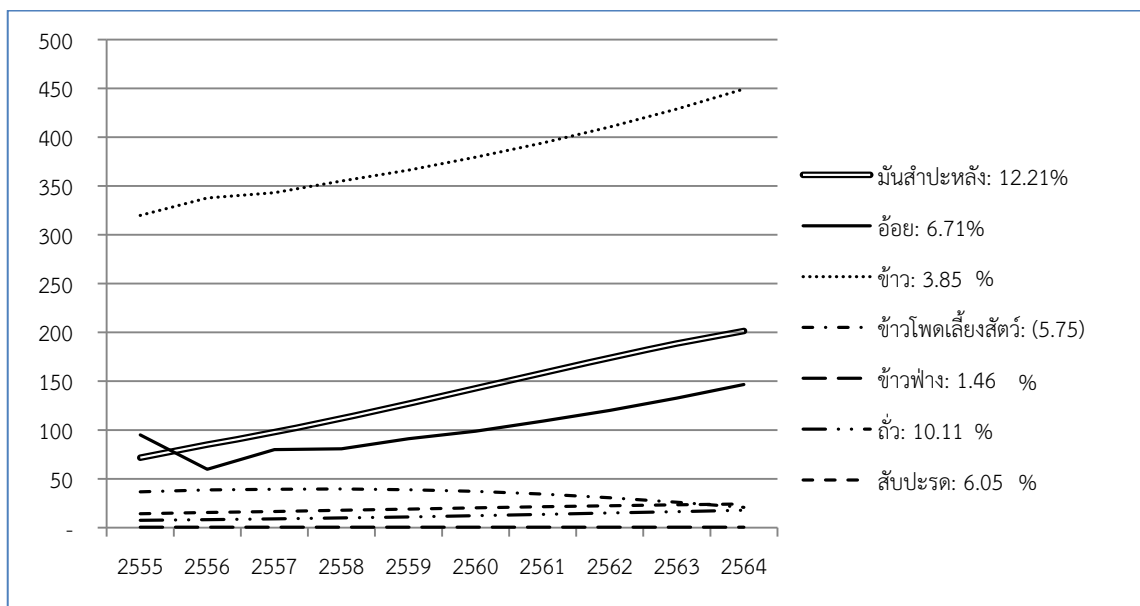
3) ผลกระทบด้านรายได้ภาคการเกษตร

ผลกระทบด้านรายได้เกษตรกร พิจารณาจากราคาที่เกษตรกรขายได้และผลผลิตต่อไร่ของพืชแต่ละชนิด พบว่า ในช่วงปี 2555-2564 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่จากการปลูกพืชทุกชนิดเพิ่มขึ้น ซึ่งพืชไร่อะไรที่ให้ผลตอบแทนต่อไร่สูงที่สุด คือ สับปะรด รองลงมา คือ อ้อย และมันสำปะหลัง ตามลำดับ โดยผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.12 ด้านพืชพลังงานอย่างมันสำปะหลังและอ้อยก็มีแนวโน้มผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 7.06 และ 5.32 ต่อปี พ.ศ. ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และถั่วมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ข้าวฟ่างให้ผลตอบแทนต่อรือน้อยที่สุด แสดงดังภาพที่ 6.12



ภาพที่ 6.12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

หากมองโดยภาพรวมของรายได้ภาคการเกษตรของทั้งประเทศ พบว่า มูลค่าการปลูกข้าวมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ มั่นสำปะหลัง และอ้อย ตามลำดับ โดยในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564 รายได้จากการปลูกข้าว มั่นสำปะหลัง อ้อย เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.85, 12.21 และ 6.71 ต่อปี ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 6.13 พบว่า การส่งเสริมการผลิตพืชพลังงานเพื่อให้สามารถผลิตเอทานอลให้เพียงพอับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ยังคงส่งผลดีให้รายได้ภาคการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าว ซึ่งยังคงสร้างรายได้เพิ่มขึ้นให้กับภาคเกษตรอย่างต่อเนื่องทุกปี ถึงแม้จะได้รับผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานจนทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลง แต่ก็ยังคงมีปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น บ่งบอกถึงการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตข้าวที่ดีขึ้นผ่านการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ เพื่อรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภาคพลังงาน



ภาพที่ 6.13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรายได้ภาคการเกษตรของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตจากแบบจำลอง PEM-TAS พบว่าการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทยให้เกิดการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้แรงงานในการผลิตลดลง มีการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบให้ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศนั้น ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตร ทั้งในด้านการจัดการการใช้ทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน อาทิ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยการผลิตอื่น ตลอดจน ปริมาณผลผลิต และราคา ของพืชอาหาร ที่มีความจำเป็นต่อประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย โดยพัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยเพื่อใช้อธิบายถึงผลของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อภาคการเกษตร โดยจะพยากรณ์และหาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสินค้าปศุสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการวางแผนจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน เตรียมพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และ ก่อให้เกิดความยั่งยืนของภาคการเกษตรไทย

นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรของไทยที่ผ่านมา พร้อมทั้งประมาณผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบายและมาตรการในการสร้างความสมดุล

ในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน โดยทำการศึกษาในพืชพลังงานหลักคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และพืชทดแทนอื่น เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่ว สับปะรด เพื่อการศึกษาผลกระทบของพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย ในด้านปัจจัยและต้นทุนการผลิตทางการเกษตร พืชอาหารที่ได้รับผลกระทบ เช่น ราคาพืช ปริมาณผลผลิต เนื้อที่เพาะปลูก ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการผลิตพืชพลังงาน และต้นทุนการผลิตในภาคปศุสัตว์ โดยเฉพาะต้นทุนค่าอาหารสัตว์ที่สูงขึ้นจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน เพื่อเป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจวางแผนการผลิต วางนโยบายสินค้าเกษตร นโยบายการพัฒนาพลังงานทดแทน รวมถึงสร้างทางเลือกในแนวคิดและการใช้เครื่องมือในการพยากรณ์ทางภาคการเกษตรที่นอกเหนือจากที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ในการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานนี้ ได้แบ่งการศึกษา ออกเป็น 4 ส่วนหลักคือ 1) การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการศึกษาความต้องการใช้พืชพลังงาน 2) การศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา 3) การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS ทั้งแบบจำลองจุลภาค และมหภาค เพื่อคาดการณ์การปรับตัวและผลกระทบด้านต่างๆ ที่จะเกิดเมื่อมีการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น และ 4) การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง โดยการศึกษาในครั้งนี้มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ จำนวนมาก และเน้นการใช้ข้อมูลทุติยภูมิเป็นหลัก นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้ไปศึกษาและเก็บข้อมูลปฐมภูมิในเชิงพื้นที่เพื่อประกอบการวิเคราะห์ถึงผลกระทบที่ผ่านมาและศึกษาแนวโน้มและอุปสรรคที่เกิดขึ้นกับการผลิตพืชพลังงานของเกษตรกร ผู้ผลิตเอทานอลจากพืชพลังงาน และภาครัฐผู้ดูแลนโยบายในพื้นที่โดยผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้

การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต

การคาดการณ์อุปสงค์พลังงานในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาอุปสงค์สืบเนื่องต่อ ความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต และความต้องวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พืชพลังงาน ทั้ง มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล โดยการศึกษาได้รวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมาของนักวิจัยต่างๆ ที่ได้ทำการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของไทย รวมทั้งได้สร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์แนวโน้มความต้องการอุปสงค์พลังงานไทย โดยใช้สมการถดถอยแบบพหุ และนำมาวิเคราะห์ถึงความคลาดเคลื่อนที่ผ่านมา และเลือกใช้ผลการพยากรณ์ที่ให้ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ต่อจากนั้นจึงนำมาวิเคราะห์หาแนวโน้มของความต้องการใช้เอทานอลภายใต้อุปสงค์พลังงานทั้งหมดของประเทศ และคำนวณหาปริมาณเอทานอลที่คาดการณ์ในอนาคต เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ในการผลิตเอทานอล

ผลการศึกษาพบว่าอุปสงค์พลังงานของไทยขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประชากร ปริมาณการค้าสินค้าระหว่างประเทศ เป็นหลัก โดยการใช้พลังงานในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องโดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 3-6 ต่อปี โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้การพยากรณ์แนวโน้มการใช้พลังงานจากบัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงาน เนื่องจากเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลกับค่าจริงที่ผ่านมาแล้วมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด หลังจากนั้นจึงได้นำมาคำนวณหาความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4.1 ต่อปี และคำนวณความต้องการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล ตามสัดส่วน โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่

1 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 40:20:40 ในปี พ.ศ. 2564 และ กรณีที่ 2 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 50:20:30 ในปี พ.ศ. 2564

การศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา

การศึกษาในส่วนนี้จะศึกษาได้ศึกษาบทบาทของพืชพลังงานในประเทศไทยและผลที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมา สาเหตุของการเพิ่มการผลิตเอทานอล ความต้องการเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง เปรียบเทียบบทบาทของเอทานอลในภาคพลังงานและภาคเกษตร การปรับตัวของภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา รวมทั้งนโยบายจากภาครัฐทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและภาคการเกษตร

ผลการศึกษาพบว่าการผลิตเอทานอลของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา โดยวัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลของไทยคือ กากน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 70 และมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 30 ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงและมีต้นทุนต่ำ ซึ่งการเพิ่มการผลิตเอทานอลส่งผลให้เกิดความต้องการวัตถุดิบจากภาคเกษตรเพื่อใช้ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ และพบว่าสัดส่วนของการใช้มันสำปะหลังเพื่อนำมาผลิตเอทานอลต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดที่ผลิตได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2554 มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.74 เป็นร้อยละ 3.13 ต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.84 ต่อปี ในขณะที่กากน้ำตาลถูกนำมาผลิตเอทานอลในสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 30 ต่อปี และมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 31 ต่อปี

อย่างไรก็ตามถึงแม้การผลิตเอทานอลที่ผ่านมาจะเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่กระทบถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาคเกษตรมากนัก เนื่องจากหลังเริ่มมีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2554 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนหน้านี้นี้พบว่า ข้าว ยังคงเป็นพืชหลักที่มีสัดส่วนการใช้ที่ดินสูงสุดและเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อยยังมีสัดส่วนคงเดิม คือ ร้อยละ 8 และ 7 ตามลำดับ สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีสัดส่วนการใช้ที่ดินลดลงจากร้อยละ 9 เหลือร้อยละ 7

การปรับตัวของภาคเกษตรต่อการผลิตพืชพลังงานที่ผ่านมา พบว่า ราคาระมันสำปะหลังและอ้อยมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อคำนวณหาราคาที่แท้จริงพบว่ามีแนวโน้มของราคาลดลง ในขณะที่ผลผลิตของพืชพลังงานมีเพิ่มขึ้น พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะมันสำปะหลัง มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นโดยเฉพาะอ้อย ผลผลิตถั่วมันสำปะหลังบางชนิดมีแนวโน้มในการส่งออกลดลง เนื่องจากอุปสงค์ของมันอัดเม็ดจากยุโรปและญี่ปุ่นลดลง ในขณะที่มันเส้นมีความต้องการสูงขึ้นจากประเทศจีน

สำหรับนโยบายที่ผ่านมาพบว่าเอทานอลนับเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพชนิดหนึ่งที่ได้ถูกพัฒนาและให้การสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อดำเนินการผลิตและใช้อย่างเป็นรูปธรรม โดยนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการใช้เอทานอล แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ 1) นโยบายทางด้านอุปทาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดหาวัตถุดิบ และการสนับสนุนการผลิตเอทานอล พบว่าภาครัฐเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิต และไม่ขยายพื้นที่เพาะปลูก ในขณะที่การผลิตเอทานอลนั้นได้รับการส่งเสริมการลงทุน และการส่งเสริมการส่งออก นอกจากนี้ยังส่งเสริมอุตสาหกรรมต่อเนื่อง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียจากการผลิตเอทานอล และ 2) นโยบายด้านอุปสงค์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตลาดเพื่อเพิ่มความต้องการใช้ของผู้บริโภค

โดยส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน สร้างแรงจูงใจในขยายสถานบริการ E20 สนับสนุนการผลิตรถยนต์ E85 ในรถยนต์นั่งทั่วไป และ ECO-CAR เป็นต้น

การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS

การศึกษาในครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลอง ซึ่งกรอบแนวคิดของแบบจำลองแบ่งเป็น 2 องค์ประกอบหลักคือ แบบจำลองมหภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร โดยเน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ทุน ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และแบบจำลองจุลภาค เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่วต่างๆ) โดยแบบจำลองดังกล่าวเรียกว่า PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector

โครงสร้างของแบบจำลองมหภาคเป็นแบบจำลองในระบบเศรษฐกิจเปิด (มีภาคการค้าระหว่างประเทศ) โดยอาศัยการวิเคราะห์ในมุมมองของ Continuous time social planner problem ภายใต้ดุลการค้าระหว่างประเทศ ความสมดุลระหว่างสมการการผลิต และความต้องการในการบริโภค โดยคำนึงถึงฟังก์ชันการผลิตของพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อย รวมถึงการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และ อ้อย

ในแบบจำลองจุลภาค เป็นแบบจำลองที่วิเคราะห์ดุลยภาพของการผลิตพืชไร่ ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด โดยอุปทานพืชไร่ ถูกกำหนดจากพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกคูณกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยในการประมาณอุปทานพืชไร่ จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้ในการเพาะปลูกพืชไร่ในประเทศไทย และหาแนวโน้มของผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี สำหรับอุปสงค์พืชไร่ เป็นอุปสงค์สืบเนื่องมาจากความต้องการพืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่ที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์พืชไร่เพื่อการส่งออก และอุปสงค์พืชไร่จากการนำเข้า เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้น

การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลอง PEM-TAS ที่พัฒนาภายใต้กรอบแนวคิดในระดับมหภาคและระดับจุลภาค โดยในแบบจำลองจุลภาคนั้นผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตภายใต้กรณีสมมติโดยกำหนดให้ความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอกที่คำนวณได้จากแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย และในแบบจำลองมหภาค ผู้วิจัยได้ประมาณดุลยภาพตามช่วงเวลาของทุกตัวแปร เพื่อจำลองการจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจและหาผลกระทบกับการจัดสรรปัจจัยการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หา Optimum values ของทุกตัวแปรในสมการ และดุลยภาพของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลา 0-T

ผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง PEM-TAS ในแบบจำลองมหภาคพบว่าการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี

สำหรับการใช้ปัจจัยการผลิตในระยะยาวพบว่าอัตราการขยายตัวของการใช้ปัจจัยทุนในการผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.36 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.75 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.79 ต่อปี สำหรับการใช้ปัจจัยแรงงานพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้แรงงานลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี ในด้านการใช้ที่ดินพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้ที่ดินลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.047 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.10 ต่อปี สำหรับปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าพบว่า การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.24 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี

ผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากที่สุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 6.68 ต่อปี รองลงมาคือ ถั่วเฉลี่ยร้อยละ 3.42 ต่อปี อ้อยเฉลี่ยร้อยละ 0.3 ต่อปี และสับปะรดเฉลี่ยร้อยละ 0.02 ต่อปี ตามลำดับ ด้านพื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.51 ต่อปี ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 7.92 ต่อปี และข้าวฟ่างลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.49 ต่อปี

สำหรับราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาในกรณีสถานการณ์จำลองกรณีที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น:น้ำอ้อย:กากน้ำตาลเท่ากับ 40:20:40 ตามลำดับ และกรณีจำลองที่ 2 ใช้สัดส่วนเท่ากับ 50:20:30 พบว่า ทั้ง 2 กรณีมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง และสับปะรด ต่างมีแนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูกลดลง และส่งผลให้ราคาของพืชอาหารและพืชพลังงานต่างเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น โดยราคามันสำปะหลังมีอัตราการเพิ่มสูงสุด รองลงมาคือสับปะรด ถั่ว อ้อย และ ข้าว ตามลำดับ

บทสรุปการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตจากแบบจำลอง PEM-TAS นั้นพบว่า การเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ได้ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทยดังต่อไปนี้

1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยทุนเพื่อการผลิตในภาคเกษตร พบว่าแนวโน้มในอนาคต การสะสมทุนในการผลิตพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.06 ต่อปี ซึ่งปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันความเติบโตในภาคเกษตร ทั้งในด้านของการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมทุนเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยทุนยังมีบทบาทไม่มากในการเพิ่มการผลิตในภาคเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตในภาคอื่นๆ

2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน พบว่าแนวโน้มในระยะ 10 ปีข้างหน้า พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภายใต้ความต้องการพลังงานทดแทนที่ผลิตจากพืชพลังงานมากขึ้น แต่ในระยะยาวพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงาน ซึ่งมีบทบาทใน

ฟังก์ชันการผลิตทางภาคเกษตรสูงมีแนวโน้มที่ลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.075 ต่อปี เนื่องจากผลตอบแทนจากปัจจัยที่ดินในการผลิตพืชชนิดอื่น หรือเพื่อใช้ในการผลิตประเภทอื่นจะมีอัตราเพิ่มขึ้น

3) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการใช้แรงงานในการผลิตในภาคเกษตร ในทางเดียวกัน การขยายตัวของภาคเกษตรในอนาคตมีผลอย่างมากจากปัจจัยแรงงาน เนื่องจากแรงงานยังคงเป็นปัจจัยการผลิตที่มีบทบาทสูงในการผลิตภาคเกษตร แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยแรงงานในอนาคตสำหรับการผลิตพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.16 ต่อปี เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการสะสมทุน แทนที่การใช้ปัจจัยแรงงาน

4) การเปลี่ยนแปลงในการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน พบว่าแนวโน้มในระยะ 10 ปีข้างหน้าการผลิตเอทานอล ยังคงเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในระยะยาวยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.32 ต่อปี

ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ พบว่าการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลให้ภาคเกษตรไทยมีการปรับตัวจากผลกระทบต่างๆ อาทิ ผลกระทบทางด้านราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น และราคาอาหารของผู้บริโภคสูงขึ้น ผลกระทบด้านต้นทุน อาหารสัตว์ส่งผลให้อาหารสัตว์แพงขึ้น ราคาเนื้อสัตว์จึงสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ในอนาคตการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานได้ส่งผลดีต่อรายได้เกษตรกร ซึ่งทำให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้นจากราคาผลผลิตทางภาคเกษตรที่เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

จากผลการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน พบว่าการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคตนั้น ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทยให้เกิดการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้แรงงานในการผลิตลดลง มีการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ดังนั้นจากผลการศึกษาในครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร เนื่องจากเกษตรกรเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในฐานะที่เป็นผู้ผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานเพื่อเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตเอทานอล และเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงราคา พื้นที่การผลิต พืชที่ทำการผลิต เนื่องจากแนวโน้มของราคาพืชชนิดต่างๆ ที่เพิ่มขึ้นในอนาคต โดยข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้คือ

- เนื่องจากแนวโน้มของราคาพืชไร่ ทุกชนิดมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยแนวโน้มของราคามันสำปะหลังจะเพิ่มในอัตราที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพืชชนิดอื่น ดังนั้นเพื่อป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาพืชชนิดต่างๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต เกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต
- จากผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้น การลงทุนในฟาร์ม เทคโนโลยีการผลิต หรือการเพิ่มเติม

องค์ความรู้ใหม่ๆ จะมีส่วนให้ประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรเพิ่มขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก หรือเพิ่มการใช้แรงงาน หรืออีกนัยหนึ่งแนวโน้มของการเกษตรกรรมในอนาคต จะเป็นลักษณะของเกษตรผสมผสาน ที่ใช้เทคโนโลยี และเน้นการผลิตโดยแรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก

2) ข้อเสนอแนะต่อภาครัฐ ในฐานะที่เป็นผู้วางนโยบายและทิศทางการพัฒนาประเทศรวมถึงภาคการเกษตรของไทย โดยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

- การส่งเสริมและสนับสนุนทางด้านอุปทาน หรือการผลิตพืชพลังงาน
 - ควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต เนื่องจากแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และราคาสินค้าเกษตรในอนาคต
 - ควรจัดเขตกรรมการผลิตจะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมแหล่งการผลิตพืชพลังงานและการตั้งโรงงานการผลิตเอทานอลในพื้นที่ที่เหมาะสม
- การส่งเสริมและสนับสนุนทางด้านอุปสงค์ หรือการผลิตและการใช้เอทานอล
 - เนื่องจากแนวโน้มของอุปสงค์เอทานอลยังต่ำเมื่อเทียบกับนโยบายที่รัฐวางไว้ ดังนั้นการควรมีนโยบายอย่างจริงจังในการเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล โดยเน้นนโยบายด้านราคา เพื่อให้ผู้บริโภคหันมาใช้แก๊สโซฮอล์มากขึ้น

3) ข้อเสนอแนะอื่นๆ เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นกับราคาอาหาร นอกจากนี้ภาคปศุสัตว์มีต้นทุนการผลิตสูงส่งผลให้ราคาเนื้อสัตว์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้น

- ภาครัฐควรเพิ่มความตระหนักถึงการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือก แทนการใช้พลังงานในรูปแบบเก่า เพื่อเพิ่มอุปสงค์ของพลังงานทดแทนและส่งผลต่อเนื่องให้อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และการเพาะปลูกพืชพลังงานมีความยั่งยืน
- ประชาชนทั่วไปควรเตรียมความพร้อมสำหรับราคาอาหารที่จะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันเนื่องมาจากภาคเกษตรในอนาคตจะมีโครงสร้างการผลิตที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งไม่ได้มาจากสาเหตุของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานเพียงอย่างเดียว แต่มาจากปัจจัยต่างๆ ทั้งในด้านของการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ประสิทธิภาพการผลิต รูปแบบและขนาดของฟาร์ม การถือครองที่ดินในการผลิตทางการเกษตร เป็นต้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษาในครั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการศึกษาจำนวนมาก เนื่องด้วยข้อจำกัดของข้อมูล การคำนวณ และความซับซ้อนของแบบจำลอง ดังนั้นเพื่อให้มีความสมบูรณ์และมีความน่าเชื่อถือของผลการคาดการณ์มากยิ่งขึ้น ในการศึกษาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ การพยากรณ์แนวโน้มของการใช้ที่ดิน ผลผลิต และราคาสินค้าในอนาคตนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่กำหนดขึ้นในแบบจำลองเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงยังมีอิทธิพลอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงได้อีก เช่น นโยบายของรัฐ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เป็นต้น ซึ่งไม่ได้ใส่ไว้ในแบบจำลอง ดังนั้นการคำนึงถึงอิทธิพลอื่นๆ จึงมีความสำคัญต่อผล การศึกษาและการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

2) ในแบบจำลองมหภาค ควรมีการเพิ่มการเปลี่ยนแปลงนโยบายของภาครัฐในแบบจำลองเพื่อ ศึกษาถึงผลกระทบของการวางแผนและเป้าหมายของนโยบายรัฐต่อภาคการเกษตรไทย

3) ในแบบจำลองจุลภาค สามารถปรับเปลี่ยนอุปสงค์ของพืชพลังงานให้เป็นตัวแปรภายนอก ที่เปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายการผลิตของภาครัฐ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามเป้าหมายในการผลิตทั้งใน ด้านของผลผลิต พื้นที่ เป็นต้น

4) ในการศึกษาการปรับตัวของภาคเกษตรไทย โดยเฉพาะผลจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน นั้น ควรมีการเพิ่มปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและผลิภาพการผลิตเข้าไปในแบบจำลอง อาทิ สัดส่วนพื้นที่ชลประทาน การจัดเขตกรรมการผลิต งบประมาณของรัฐต่อภาคเกษตร งบวิจัยทางการ เกษตร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อทิศทางของการปรับเปลี่ยนในภาคการเกษตรไทย

บรรณานุกรม

- Asia Pacific Energy Research Centre. 2006. **APEC Energy Demand and Supply Outlook.**
- Baker, M.L., D.J. Hayes, and B.C. Babcock. 2008. **Crop-Based Biofuel Production under Acreage Constraints and Uncertainty.** Center for Agricultural and Rural Development. Working Paper 08-WP 460.
- Banse, M., H. van Meijl, A. Tebeau and G. Woltjer. 2008. **Impact of EU Policies on World Agricultural and Food Markets.** Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar.
- Binfield, J., P. Westhoff and E. Le Cadre. 2008. **Incorporating Biofuels into a Partial Equilibrium Model of The EU Agricultural Sector.** Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar.
- Buranakunaporn, S. and E. Oczkowski. 2006. **Structural change and Thailand energy demand.** International journal of energy research 31(2007): 300-314.
- Chakravorty, u., B. Magne, and M. Moreaux. 2008. **A Dynamic Model of Food and Clean Energy.** Journal of Economic Dynamics and Control, Elsevier, vol. 32(4), pages 1181-1203, April 2008.
- De La Torre Ugarte, D.G. and Ray D.E. 2000. **Biomass and bioenergy applications of the POLYSYS modeling framework.** Biomass and Bioenergy 18 (2000): 291-308.
- De La Torre Ugarte, D.G., Slinsky S.P., and Ray D.E. 1998. **The Economic Impacts of Biomass Crop Production on The U.S. Agriculture Sector.** Progress report submitted to Office of Alternative Uses. Economic Research Service, US Department of Agriculture, Washington, DC.
- De La Torre Ugarte, D.G., White R.L., Slinsky S.P., Turhollow A.F., Ray D.E., Tiller K.H. and Bagwell DD. 1999. **Assessment of Biodiesel Production Potential in The Southeast:** final report. Report No. 97RKW-219278. Southeastern Regional Biomass Energy Program, Tennessee Valley Authority.
- Dicks, M.R., J. Campiche, D.G. De La Torre Ugarte, C. Hellwinckel, H.L. Bryant and J.W. Ricahardson. 2009. **Land Use Implications of Expanding Biofuel Demand.** Journal of Agricultural and Applied Economics, 41,2(August 2009): 435-453.
- Ediger, V.S. and S. Akar. 2007. **ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey.** Energy Policy 35(2007): 1701-1708

- Elobeid, A. and S. Tokgoz. 2006. **Removal of U.S. Bioethanol Domestic and Trade Distortions: Impact on U.S. and Brazilian Bioethanol Markets.** Working Paper 06-WP 427. Center for Agricultural and Rural Development. Iowa State University. Ames.
- Elobeid, A., and C. Hart. 2007. **Ethanol Expansion in the Food versus Fuel Debate: How will Developing Countries Fare?** Journal of Agricultural and Food industrial Organization. Vol. 5, Number 6, 2007.
- Elobeid, A., and S. Tokgoz. 2006. **Removal of U.S. Ethanol domestic and Trade Distortions: Impact on U.S. and Brazilian Ethanol Markets.** Center for Agricultural and Rural Development. Working Paper 06-WP 427.
- Elobeid, A., M. Carriquiry and J.F. Fabiosa. 2011. **Paper prepared for Presentation at the Agricultural and Applied Economics Association's 2011.** AAEA & NAREA Joint Annual Meeting, Pittsburg, Pennsylvania, July 24-26, 2011.
- European Commission. 2007. **Impact assessment.** Commission Staff Working Document, Accompanying Document to the Renewable Energy Road Map, SEC(2006) 1719, 10.01.2007, Brussels.
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/05_renewable_energy_roadmap_full_impact_assessment_en.pdf.
- European Commission. 2007. **The Impact of A Minimum 10% Obligation for Biofuel use in The EU27 in 2020 on Agricultural Markets.** Impact assessment of the Renewable Energy Roadmap - March 2007. DG Agri, AGRI G-2/WM D(2007), 30.04.2007, Brussels.
- Fabiosa, Jacinto F., J.C. Beghin, F. Dong, A. Elobeid, S. Tokgoz and T. Hsiang (Edward) Yu. 2008. **Land Allocation Effects of the Global Ethanol Surge: Predictions from the International FAPRI Model.** Department of Economics Working Papers Series.
- FAO. 2010. **Bioenergy and food security: the BEFS analysis for Thailand.** FAO environment and natural resources management working paper.
- Fonseca, M. Blanco, A. Burrell, H. Gay, M. Henseler, A. Kavallari, R. M'Barek, I. Pérez Domínguez and A. Tonini. 2010. **Impacts of The EU Biofuel Target on Agricultural Markets and Land Use: A Comparative Modelling Assessment.** JSC Scientific and Technical Reports.
- Geem, Z.W. and W.E. Roper. 2009. **Energy demand estimation of South Korea using artificial neural network.** Energy Policy 37(2009): 4049-4054.

- Koo, w.w., and R. Taylor. 2008. **An Economic Analysis of Corn-based Ethanol Production.** Center for Agricultural Policy and Trade Studies. Department of Agribusiness and Applied Economics, North Dakota state university.
- Ledebur, O. von, P. Salamon, A. Zimmermann, M. van Leeuwen, A. Tebeau and F. Chantreuil. 2008. **Modelling Impact of some European Biofuel Measures.** Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar.
- Leonard Daniel and Van Long Ngo. 1992. ***Optimal control theory and static optimization in economics.*** Cambridge University Press
- Limanond,T., S. Jomnonkwao and A. Srikeaw. 2011. **Projection of future transport energy demand of Thailand.** Energy policy 39(2011): 2754-2763.
- Ludena, C.E., C. Razo, and A. Saucedo. 2005. **Biofuels Potential in latin America and the Caribbean: Quantitative Considerations and Policy Implications for the Agricultural Sector.** The American Association of agricultural Economica Annual Meeting, 2007.
- Malcolm, S.A., M. Aillery, and M. Weinberg. 2009. **Ethanol and a Changing Agicultural Landscape.** Economic Research Service Number 86. United States Department of Agricultural.
- Miranda,s., A. Swinbank and Y. Yano. 2011. **Biofuel Policies in the EU, US and Brazil.** EuroChoices 10(3).
- Nguyen Thu Lan T., Shabbir H. Gheewala. 2008. **Fossil Energy, Environmental and Cost of Ethanol in Thailand.** Journal of Cleaner Production, 16(2008) 1814-1821
- OCED-FAO. 2007. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016.** OECD, Paris and FAO, Rome.
- Papong Seksan, Pomthong Malakul. 2009. **Life-cycle energy and environmental analysis of bioethanol production from cassava in Thailand.** Bioresour. Technol. (2009), doi:10.1016/j.biortech.2009.09.006
- Rosen, S., & Shapouri, S. 2008. **Rising food prices intensify food insecurity in developing countries.** *Amber Waves, ERS USDA*, 6(1), 16-20
- Sriroth Klanarong, Boonrieng Lamchaiyaphum and Kuakoon Piyachomkwan. 2000. **Present situation and future potential of cassava in Thailand. Cassava's potential in Asia in the 21st Century: Present Situation and Future Research and Development**

- Needs.** Proc. 6th *Regional Workshop*, held in Ho Chi Minh City, Vietnam. Feb 21-25, 2000.
- Sugamthi,L. and Anand A.Samuel. 2011. **Energy models for demand forecasting-A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews 16(2012) 1223-1240.
- Susanto, D., P. Rosson and D. Hudson. 2008. **Impacts of Expanded Ethanol Production on Southern Agricultural.** Journal of Agricultural and Applied Economics, 40,2(August 2008): 581-592.
- Tanatvanit, S., B. Limmeechokchai and S.Chungpaibulpatana. 2003. **Sustainable energy development strategies: Implications of energy demand management and renewable energy in Thailand.** Renewable and Sustainable Energy Reviews 7(2003): 367-395.
- Tebeau, A., M. Banse, G. Woltjer and H. van Mejl. 2009. **Impact of the EU Biofuels Directive on the EU food supply chain.** Paper prepared for presentation at the 113th EAAE Seminar..
- Toksari, M.D., 2007. **Ant colony optimization approach to estimate energy demand in Turkey.** Energy Policy 30, 3984-3990.
- Trisarn, Kriankrai. 2001. **Thailand Energy Demand in The next three decades.** Resources Exploration and Utilization for Sustainable Environment (REUSE) 24-26 October 2001.
- Ubolsook, A. 2010. **Sustainable Energy Crops: An Analysis of Ethanol Production from Cassava in Thailand.** All Graduate Theses and Dissertation. Paper 794. Utah State University.
- Ünler, Alper. 2008. **Improvement of energy demand forecasts using swarm intelligence: The case of Turkey with projections to 2025.** Energy Policy 36(2008): 1937-1944.
- UN-Energy. 2007. **Sustainable bio-energy: A framework for decision makers. United Nation** (Online). <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>
- USDA. 2006. The Economic feasibility of ethanol production from sugar in the United states.
- U.S. Energy Information Administration. 2012. **Ethanol price.** Retrieved from www.eia.gov, 25 August 2012.
- Walsh, M.E., D.G. De La Torre Ugarte, B.C. English, K. Jensen, C. Hellwinckel, R.J. Menard and R.G. Nelson. **Agricultural Impacts of Biofuels Production.** Journal of Agricultural and Applied Economics, 39, 2, (August 2007): 365-372.

Westcott, Paul C. 2007. **Ethanol Expansion in the United State How Will the Agricultural Sector Adjust?** A Report from the Economic Research Service. United States Department of Agricultural.

Witzke, P., M. Banse, H. Gömann, T. Heckelei, T. Breuer, S. Mann, M. Kempen, M. Adenäuer and A. Zintl. 2010. **Impacts of the EU biofuel target on agricultural markets and land use: a comparative modeling assessment.** JSC Scientific and Technical Reports.

Yoosin S. and C. Sorapipatana. 2007. **A Study of ethanol production cost for gasoline substitution in Thailand and its competitiveness.** Thammasat International Journal of Science and Technology 12(1): 69-80.

กนก คติการ และคณะ. 2551. รายงานฉบับสมบูรณ์การวิเคราะห์เชิงนโยบายในการผลิตพืชพลังงาน พืชอุตสาหกรรม และพืชอาหารสัตว์ในประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ประจำปีงบประมาณ. 2550.

กรมการค้าภายใน. 2555. **ราคาขายส่งสินค้าเกษตร** (Online). www.dit.go.th, 17 กันยายน 2555.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (2551-2565)** (Online). www.dede.go.th, 20 กันยายน 2554.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555ก. **สถิติพลังงาน** (Online). <http://www.dede.go.th>, 12 เมษายน 2555.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555ข. **รายงานพลังงานของประเทศไทย ปี 2554** (Online). <http://www.dede.go.th>, 7 มกราคม 2556.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555ค. **ข้อมูลปริมาณผลิตและการส่งออกเอทานอล** (online). http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=902%3Agasohol-page2&catid=61&Itemid=68&lang=th, 20 เมษายน 2555.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555ง. **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก 25% ใน 10 ปี (2555-2564) AEDP.**

กรมสรรพากร. 2555. **ค่าสิทธิห่อและค่าเสื่อมราคา** (Online). <http://www.rd.go.th/publish/828.0.html>, 7 มกราคม 2556.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2554. **(ร่าง) แผนพัฒนาการเกษตรในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)** (online). http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=10983, 12 พฤษภาคม 2555.

กระทรวงพาณิชย์. 2555. **ดัชนีราคาผู้บริโภครายปี** (Online). www.moc.go.th, 20 สิงหาคม 2555.

- คณะกรรมการการเกษตรและสหกรณ์. 2551. รายงานการศึกษาโครงการส่งเสริมการปลูกพืชพลังงานทดแทน. สถาบันบัญญัติแห่งชาติ.
- คณะกรรมการพลังงาน สมาผู้แทนราษฎร. 2543. พลังงานทดแทน เอทานอลและไบโอดีเซล.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555. อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ย ปี 2554 (Online). <http://www.bot.or.th>, 7 มกราคม 2556.
- ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555. ราคาขายส่งสินค้าโภคภัณฑ์ในกรุงเทพมหานคร (Online). www.bot.or.th, 2 ตุลาคม 2555.
- บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย, บัณฑิต ฟุ้งธรรมสาร, พิมพ์พร ขาวสวนเจริญ, จักรพงศ์ พงศ์ไฉนสุวรรณ, พนม ปริญา, Martin Schmitt และ Tira FOran. 2550. การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน โดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว: กรณีศึกษาของโครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, 23-25 พฤษภาคม 2550.
- สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์แห่งประเทศไทย. 2555. ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Online). www.thaifeedmill.com, 2 ตุลาคม 2555.
- สมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย. 2554. อุตสาหกรรมเอทานอล ตลาดที่เปิดกว้างสำหรับเกษตรกร (Online). <http://www.thaitapiocastarch.org>, 7 มกราคม 2556.
- สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. 2543. โครงการศึกษาด้านพลังงานและแนวทางปรับปรุงแผนพลังงานของประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2553. ทิศทางแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11. เอกสารประกอบการประชุมประจำปีประจำปี 2553 ของ สศช.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2554. รายได้ประชาชาติของประเทศไทย ปี พ.ศ.2554 แบบปริมาณลูกโซ่.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2552. โครงการศึกษาแนวทางการผลักดันและขับเคลื่อนการปรับโครงสร้างภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อสร้างมูลค่า.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2552. พระราชบัญญัติอ้อยและน้ำตาลทราย พ.ศ. 2527. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2554. รายงานการผลิตน้ำตาลทรายฉบับปิดหีบ ปีการผลิต 2553/2554. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2555. การปรับโครงสร้างอ้อยและน้ำตาล (online). <http://www.ocsb.go.th/th/home/index.php>, 6 กุมภาพันธ์ 2555.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2554. แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573). รายงานฉบับสมบูรณ์.

- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2555. ข้อมูลพลังงาน (Online).
<http://www.eppo.go.th/info/index-statistics.html>, 11 กุมภาพันธ์ 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2535. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2533-2534. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 436.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2537. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2536. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 6/2537
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 416. กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2539ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2538. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 24/2539.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2541. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2540. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 4/2542.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2543ก. ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 7/2543.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2543ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2542. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 9/2543.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online).
www.lib.oae.go.th, 2 สิงหาคม 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2544. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 9/2543.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2546. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2544. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 1/2546.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2546. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 404.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548ก. ข้อมูลด้านการผลิตและการตลาดสินค้าเกษตรที่สำคัญ (Online).
www.lib.oae.go.th, 20 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2548ข. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2547. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 414. กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 416. กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2548. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 404

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online). เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 413. กรุงเทพมหานคร: หจก.อรุณการพิมพ์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online). www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2550 (Online). www.oae.go.th, 27 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online). www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552ข. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2551 (Online). www.oae.go.th, 15 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552ค. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2552. เอกสารสถิติการเกษตร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552ง. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2553 (Online). www.oae.go.th, 18 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online). www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553ข. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2552 (Online). www.oae.go.th, 27 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553ค. อัตราแปลงผลผลิตสินค้าเกษตร (Online). www.oae.go.th, 10 ตุลาคม 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ก. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร (Online). www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ข. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2553 (Online). www.oae.go.th, 18 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ค. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2555 (Online). http://www.oae.go.th/main.php?filename=journal_all, 24 เมษายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ง. ข้อมูลการผลิตพืชไร่. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2554 (Online). www.oae.go.th, 15 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2553 (Online). www.oae.go.th, 19 พฤษภาคม 2555.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการเกษตรประเทศไทย (Online).
http://www.oae.go.th/oae_report/stat_agri/form_search.php, 30 กุมภาพันธ์ 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2554 (Online). www.oae.go.th, 27 กันยายน 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ก. ข้อมูลการใช้ที่ดินทางการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ข. ข้อมูลการผลิตพืชไร่. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย (online).
<http://www.oae.go.th.html>, 27 พฤศจิกายน 2551.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2553. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 416.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2554 (Online).
www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2554. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 401.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. ข้อมูลการผลิตและราคาสินค้าเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ก. ข้อมูลการใช้สินค้าเกษตรภายในประเทศ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ข. ข้อมูลการส่งออกสินค้าเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักสถิติแห่งชาติ. 2555. การสำรวจภาวะการทำงานของประชากรทั่วราชอาณาจักร ปี 2555 (Online).
<http://www.nso.go.th>, 7 มกราคม 2556.

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่ ก1 ปริมาณความต้องการใช้ฟิซพลังงานและฟิซทดแทนอื่นในด้านต่างๆ

(หน่วย: พันตัน)

ปี	D_{CA_t}	$CADO_t$	$CAEX_t$	$CAET_t$	$CASTO_t$	D_{SC_t}	$SCDO_t$
2534	19,705.04	6,655.46	18,747.78	-	5,698.20	40,948.52	4,381.20
2535	20,355.72	8,453.50	23,812.67	-	11,910.45	47,953.61	2,583.43
2536	20,202.90	6,843.21	19,276.65	-	5,916.96	40,289.12	14,380.49
2537	19,091.35	5,583.52	15,728.22	-	2,220.39	37,822.87	5,750.92
2538	16,217.38	4,144.10	11,673.52	-	399.76	50,597.53	4,634.77
2539	17,387.78	4,659.50	13,125.35	-	397.06	57,973.53	3,472.87
2540	18,083.58	5,526.89	15,568.71	-	3,012.02	56,393.46	10,632.40
2541	15,590.56	4,133.38	11,643.33	-	186.16	43,464.95	16,159.58
2542	16,506.63	5,345.23	15,057.00	-	3,895.61	50,331.57	14,147.22
2543	19,064.28	5,062.34	14,260.11	-	258.16	54,052.13	6,609.22
2544	18,395.80	6,108.23	17,206.28	-	4,918.70	49,562.89	6,138.88
2545	16,868.31	4,596.39	12,947.58	-	675.66	60,012.98	9,880.51
2546	19,717.53	5,742.33	16,175.58	-	2,200.38	74,258.52	14,657.95
2547	21,440.49	7,160.27	20,169.76	-	5,889.54	64,995.74	7,897.05
2548	16,938.25	5,171.44	14,567.43	-	2,800.62	49,586.36	10,189.98
2549	22,584.40	7,413.37	20,882.73	84.69	5,711.70	47,658.10	21,687.43
2550	26,915.54	7,400.46	20,846.38	119.81	1,331.30	64,365.48	18,017.94
2551	25,155.80	5,624.75	15,844.38	210.13	3,686.67	73,501.61	19,398.09
2552	30,088.02	7,741.90	21,808.17	575.13	537.96	66,816.45	16,085.62
2553	22,005.74	7,566.61	21,314.38	438.63	6,875.25	68,807.80	26,327.26
2554	21,912.42	7,489.79	21,098.01	770.88	6,675.38	95,950.42	32,747.02

ตารางภาคผนวกที่ ก1 (ต่อ)

(หน่วย: พันตัน)

ปี	$SCEX_t$	$SCIM_t$	$SCET_t$	D_{RI}_t	$RIDO_t$	$RIEX_t$	D_{MA}_t
2534	36,651.60	84.29	-	13,073.74	8,740.64	4,333.10	3,792.65
2535	45,434.08	63.91	-	13,321.44	8,169.94	5,151.50	3,672.02
2536	25,973.92	65.29	-	12,604.35	7,615.15	4,989.20	3,328.23
2537	32,165.08	93.13	-	13,282.71	8,424.11	4,858.60	3,965.34
2538	46,069.63	106.87	-	13,647.89	7,449.89	6,198.00	4,154.52
2539	54,606.10	105.44	-	14,565.37	9,105.17	5,460.20	4,532.61
2540	45,857.18	96.12	-	15,403.44	9,836.04	5,567.40	3,831.65
2541	27,397.75	92.38	-	15,479.74	8,939.44	6,540.30	4,617.46
2542	36,297.35	113.01	-	15,411.80	8,572.90	6,838.90	4,286.44
2543	47,581.58	138.68	-	16,463.11	10,321.81	6,141.30	4,472.90
2544	43,569.31	145.30	-	18,786.93	11,095.73	7,691.20	4,496.96
2545	50,348.91	216.44	-	17,945.67	10,611.27	7,334.40	4,259.29
2546	59,858.30	257.73	-	19,514.48	12,168.58	7,345.90	4,248.99
2547	57,261.04	162.35	-	19,127.87	10,274.00	9,989.70	4,341.47
2548	39,615.03	218.65	-	19,422.18	11,926.27	7,495.90	4,093.63
2549	26,461.08	490.41	-	19,530.97	12,036.83	7,494.14	3,918.33
2550	46,823.35	475.81	-	19,872.97	10,680.45	9,192.52	3,890.22
2551	54,692.99	589.46	54.71	21,137.48	10,921.36	10,216.13	4,249.35
2552	51,992.81	1,261.99	111.43	20,901.15	12,281.28	8,619.87	4,616.12
2553	44,789.28	2,308.74	195.71	22,641.30	13,701.67	8,939.63	4,860.75
2554	64,843.67	1,640.27	133.03	20,133.59	12,084.60	10,550.00	4,781.97

ตารางภาคผนวกที่ ก1 (ต่อ)

(หน่วย: พันตัน)

ปี	$MADP_t$	$MAEX_t$	$MAIM_t$	D_{SO}_t	$SODO_t$	$SOEX_t$	$SOIM_t$
2534	3,895.91	145.74	249.00	250.12	133.63	118.78	2.29
2535	3,664.10	212.92	205.00	249.99	231.51	19.79	1.31
2536	3,193.77	144.46	10.00	208.48	203.90	5.89	1.30
2537	4,134.45	106.89	276.00	228.12	227.68	1.91	1.46
2538	4,407.98	53.54	307.00	193.94	193.59	2.00	1.65
2539	4,714.45	53.16	235.00	224.54	228.77	0.20	4.42
2540	3,935.39	125.26	229.00	156.30	154.37	4.00	2.07
2541	4,627.29	72.16	82.00	146.46	145.84	1.68	1.07
2542	4,649.01	24.43	387.00	142.33	136.25	7.01	0.92
2543	3,977.28	501.62	6.00	147.83	148.45	0.08	0.71
2544	4,349.82	153.14	6.00	144.62	145.20	0.29	0.87
2545	4,066.57	197.72	5.00	131.72	131.99	0.69	0.96
2546	4,119.70	137.15	7.87	96.39	94.13	2.67	0.42
2547	3,545.44	871.79	75.75	60.15	58.06	2.71	0.62
2548	4,095.59	56.95	58.90	76.96	75.94	1.64	0.62
2549	3,842.22	249.77	173.66	53.03	51.32	2.52	0.75
2550	3,949.75	90.82	150.36	56.61	54.28	2.79	0.46
2551	4,335.25	339.50	425.40	55.23	49.47	6.56	0.80
2552	4,066.26	841.72	291.86	54.38	48.54	6.67	0.83
2553	4,834.67	393.32	367.25	51.16	44.85	6.54	0.23
2554	4,658.56	318.96	195.55	48.13	45.57	2.71	0.15

ตารางภาคผนวกที่ ก1 (ต่อ)

(หน่วย: พันตัน)

ปี	D_{BE}_t	$BEDP_t$	$BEEEX_t$	$BEIM_t$	D_{PI}_t	$PIDO_t$	$PIEX_t$
2534	896.51	863.66	112.12	79.27	1,930.69	139.33	1,791.36
2535	878.06	939.06	62.51	123.51	2,180.41	330.00	1,850.41
2536	880.76	916.41	62.57	98.22	2,589.30	80.27	2,509.03
2537	933.93	1038.98	61.92	166.98	2,370.42	834.87	1,535.54
2538	766.76	1169.43	28.9	431.58	2,087.71	711.06	1,376.65
2539	723.8	1369.63	21.49	667.31	1,986.70	899.35	1,087.35
2540	664.2	1227.26	17.46	580.51	2,083.39	418.00	1,665.39
2541	693.54	1546.36	20.51	873.33	1,786.23	338.23	1,448.00
2542	690.88	1665.18	37.11	1011.41	2,371.79	474.79	1,897.00
2543	700.31	1993.43	34.35	1327.47	2,248.38	361.37	1,887.00
2544	614.6	2030.47	20.24	1436.11	2,078.29	500.00	1,578.29
2545	624.69	2184.11	26.01	1585.42	1,738.83	440.00	1,298.83
2546	519.58	2272.74	19.53	1772.68	1,899.42	350.00	1,549.42
2547	456.58	1949.01	15.11	1507.55	2,100.98	500.00	1,600.98
2548	404.17	2035.69	13.53	1645.05	2,183.28	400.00	1,783.28
2549	392.13	1806.74	33.61	1448.21	2,705.18	490.00	2,215.18
2550	369.1	1948.94	28.86	1608.7	2,185.28	320.00	1,865.28
2551	339.4	2116.22	41.1	1817.91	2,278.16	250.00	2,028.16
2552	319.41	1899.61	51.34	1631.53	1,894.86	230.00	1,664.86
2553	299.18	2216.26	24.89	1941.98	1,966.14	200.00	1,766.14
2554	298.31	2357.4	37.44	2096.53	2,593.21	200.00	2,393.21

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2534-2554)

ตารางภาคผนวกที่ ก2 พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554

(หน่วย: พันไร่)

ปี	มันสำปะหลัง	อ้อย	ข้าว	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	ข้าวฟ่าง	ถั่ว	สับปะรด
2534	9,322.74	4,889.45	55,176.83	9,218.88	1,230.85	5,652.03	511.65
2535	9,323.45	5,727.24	56,294.56	8,446.15	1,168.09	5,347.33	566.87
2536	9,100.38	6,197.43	56,153.07	8,369.98	1,096.87	5,350.35	652.34
2537	8,817.27	4,997.12	56,373.17	8,828.56	1,104.49	5,641.25	641.21
2538	8,093.40	5,766.90	57,406.99	8,346.27	886.87	4,701.76	577.46
2539	7,885.44	6,156.27	57,291.08	8,664.86	930.15	4,292.54	528.96
2540	7,906.85	6,126.63	56,958.03	8,728.61	677.30	3,890.26	535.87
2541	6,693.74	5,897.37	56,240.32	9,008.12	615.24	3,918.54	568.21
2542	7,199.54	5,734.57	56,582.50	7,719.05	549.28	4,026.46	620.02
2543	7,405.97	5,710.24	57,774.65	7,822.96	574.81	3,773.77	624.75
2544	6,917.77	5,481.39	57,838.01	7,742.25	534.84	3,478.11	583.37
2545	6,223.86	6,319.81	56,907.58	7,374.00	460.19	3,409.02	503.93
2546	6,434.90	7,120.56	56,972.23	7,067.19	326.87	2,777.21	531.64
2547	6,757.41	7,011.86	57,651.85	7,272.50	230.58	2,373.16	598.11
2548	6,523.90	6,670.28	57,773.84	6,905.54	257.87	2,201.85	651.57
2549	6,933.42	6,033.33	57,541.83	6,404.66	211.89	2,088.51	648.46
2550	7,622.88	6,314.30	57,385.92	6,364.01	209.23	1,978.52	606.18
2551	7,750.41	6,588.17	57,422.34	6,691.81	210.32	1,870.44	632.27
2552	8,583.56	6,022.79	57,497.44	7,098.87	189.47	1,726.06	611.78
2553	7,668.66	6,309.89	64,574.07	7,480.93	163.85	1,667.94	615.54
2554	7,400.15	7,870.25	61,850.43	7,255.95	157.68	1,682.49	659.63

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

ตารางภาคผนวกที่ ก3 ราคาที่เกษตรกรได้รับของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554

ปี	P_{CA_t} (บาท/กก.)	P_{SC_t} (บาท/กก.)	P_{RI_t} (บาท/ตัน.)	P_{MA_t} (บาท/กก.)	P_{SO_t} (บาท/กก.)	P_{BE_t} (บาท/กก.)	P_{PI_t} (บาท/กก.)
2534	0.83	0.46	3,857.89	2.77	2.32	8.78	2.64
2535	0.77	0.34	3,320.03	2.78	2.11	8.20	1.83
2536	0.66	0.35	3,732.62	2.82	2.26	8.10	1.14
2537	0.58	0.46	3,805.75	2.96	2.84	8.30	1.51
2538	1.15	0.43	4,831.15	4.06	3.52	9.14	1.97
2539	1.00	0.38	5,313.97	3.92	2.78	9.55	2.74
2540	0.68	0.41	6,267.38	4.40	3.86	10.90	3.18
2541	1.25	0.51	5,988.57	3.70	2.61	11.37	5.19
2542	0.91	0.50	4,886.95	4.31	3.52	9.71	2.35
2543	0.63	0.44	4,437.30	3.82	3.00	11.47	1.87
2544	0.69	0.51	4,626.25	3.95	2.84	12.47	2.00
2545	1.05	0.44	4,931.84	4.14	3.26	11.21	4.23
2546	0.93	0.47	5,107.27	4.43	3.83	11.96	4.10
2547	0.80	0.37	6,244.53	4.59	4.37	12.72	4.58
2548	1.33	0.52	6,661.18	4.78	4.04	13.01	3.69
2549	1.29	0.69	6,506.92	5.45	5.36	13.26	2.45
2550	1.18	0.68	8,167.71	6.89	6.33	16.50	4.41
2551	1.93	0.58	10,283.98	7.01	4.51	16.03	4.25
2552	1.19	0.70	9,309.31	5.43	5.83	19.45	5.00
2553	1.84	0.86	8,456.10	8.13	6.94	22.16	5.51
2554	2.68	0.91	9,652.85	7.63	7.97	19.07	6.07

ที่มา : ปี 2534-2554 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555)

ตารางภาคผนวกที่ ก4 ค่าประมาณสมการราคาขายส่ง ราคาส่งออก ราคานำเข้าด้วยวิธี ARMA+trend

ตัวแปร	P_{CAWS_t}	P_{CAEX_t}	P_{SUWS_t}	P_{SUEX_t}	P_{SUIM_t}
<i>Constant</i>	0.153 (0.152)	-505.309 (-2.394)**	-0.399 (-0.321)	-350.071 (-0.517)	126.040 (0.0429)
T_t	-0.004 (-0.061)	59.166 (3.768)***	0.063 (2.844)**	73.138 (1.460)	
<i>AR(1)</i>		0.182 (0.6290)	-0.184 (-0.754)		
<i>AR(2)</i>	-0.384 (-1.433)			-0.486 (-2.138)**	-0.601 (-2.394)**
<i>MA(1)</i>		-0.921 (-18.102)***			
<i>MA(2)</i>					0.904 (6.969)***
ค่า R-Square	0.12	0.43	0.26	0.26	0.13
ค่าคาดเคลื่อน	2.19	790.58	0.67	1,775.97	10,879.57

ตารางภาคผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ตัวแปร	P_{RIWS_t}	P_{RIEX_t}	P_{FEWS_t}	P_{FEEX_t}	P_{MAIM_t}
<i>Constant</i>	-43.250 (-0.037)	190.665 (0.208)	0.131 (0.266)	-390.100 (-1.806)*	-19.650 (-0.027)
T_t	38.770 (0.451)	-0.5538 (-2.571)	0.0276 (0.754)	50.262 (3.149)***	
<i>AR(1)</i>			0.074 (-0.309)	-0.442 (-1.894)*	-0.160 (-0.669)
<i>AR(2)</i>					
<i>MA(1)</i>					
<i>MA(2)</i>					
ค่า R-Square	0.01	0.01	0.04	0.37	0.02
ค่าคาดเคลื่อน	2,384.40	1,885.19	16.60	588.84	3,650.53

ตารางภาคผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ตัวแปร	P_{SOWS_t}	P_{SOEX_t}	P_{SOIM_t}	P_t^{BEWS}	P_t^{BEEX}
<i>Constant</i>		4410.916 (2.888)***	1116.80 (0.564)	0.005 (0.004)	-61.334 (-0.075)
T_t		271.768 (2.337)**	-24.048 (-0.164)	0.013 (0.159)	12.649 (0.206)
<i>AR(1)</i>	-0.757 (-4.899)***		-0.336 (-1.400)	-0.741 (-0.741)***	-0.612 (-1.839)*
<i>AR(2)</i>					
<i>MA(1)</i>					-0.920 (-12.585)***
<i>MA(2)</i>				-0.8512 (-4.9994)***	
ค่า R-Square	0.57	0.21	0.10	0.53	0.59
ค่าคาดเคลื่อน	26.76	-	-	3.57	5,425.53

ตารางภาคผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ตัวแปร	P_t^{BEIM}	P_{PIWS_t}	P_{PIEX_t}	P_t^{ET}
<i>Constant</i>	77.578 (0.141)	-0.162 (-0.230)	-1101.808 (-0.544)	5.830 (0.615)
T_t	28.830 (0.690)	0.032 (0.638)	178.701 (1.187)	0.776 (1.585)
<i>AR(1)</i>		-0.181 (-0.765)**		-0.405 (-0.859)**
<i>AR(2)</i>				
<i>MA(1)</i>				
<i>MA(2)</i>	-0.535 (-2.319)**			
ค่า R-Square	0.31	0.04	0.06	0.37
ค่าคาดเคลื่อน	1,687.97	42.129	-	2.85

ที่มา: จากการประมาณค่า

ตารางภาคผนวกที่ ก5 ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าของพืชไร่และผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554

ปี	P_{CAWS_t} (บาท/กก.)	P_{CAEX_t} (บาท/ตัน)	P_{SUWS_t} (บาท/กก.)	P_{SUEX_t} (บาท/ตัน)	P_{SUIM_t} (บาท/ตัน)	P_{RIWS_t} (บาท/ตัน)	P_{RIEX_t} (บาท/ตัน)
2534	3.57	3,338.59	10.99	4,211.24	19,990.77	6,935.00	7,238.19
2535	3.52	3,091.54	10.99	4,213.57	31,504.64	6,228.00	7,242.66
2536	2.80	2,735.53	10.99	4,772.78	33,609.84	5,220.00	6,928.85
2537	3.47	3,024.16	10.99	5,527.54	30,639.99	5,875.00	8,413.32
2538	4.89	3,981.08	10.99	6,347.11	33,990.82	7,239.80	8,107.17
2539	4.04	3,907.33	11.00	5,986.24	38,059.54	7,648.40	9,643.42
2540	3.57	3,554.53	11.00	6,938.21	47,523.55	8,165.80	12,066.33
2541	5.62	4,347.13	11.00	9,934.05	49,495.84	11,329.20	13,616.34
2542	3.64	3,491.34	11.00	5,912.63	47,742.24	8,410.00	11,172.69
2543	3.03	3,255.85	11.58	5,708.18	49,170.39	7,228.00	11,111.67
2544	3.87	3,260.67	11.94	7,532.98	62,758.35	6,945.80	9,593.91
2545	5.26	3,943.51	11.94	6,332.47	55,169.92	7,565.20	10,111.15
2546	4.82	3,777.73	11.94	6,736.75	49,791.92	7,521.80	10,974.91
2547	6.65	3,781.17	11.93	6,100.20	34,995.49	9,104.40	11,249.25
2548	8.43	5,292.48	11.96	8,081.01	55,914.84	10,875.60	12,903.42
2549	7.45	5,100.80	14.69	11,678.91	38,160.13	10,917.40	13,614.41
2550	9.32	5,429.31	15.29	9,649.49	51,499.15	10,839.40	13,505.23
2551	11.26	7,291.23	15.29	9,268.66	42,507.48	18,986.20	20,452.52
2552	10.41	5,826.53	17.36	12,243.18	20,480.19	16,231.60	20,712.65
2553	13.45	8,015.98	18.31	15,778.97	17,598.45	13,759.80	19,672.27
2554	15.60	9,952.36	18.65	16,699.57	25,289.33	15,275.00	19,207.34
2555	16.29	9,071.76	19.81	17,373.21	31,922.38	16,123.48	20,137.48
2556	17.74	9,986.46	20.92	18,778.96	32,070.03	17,010.73	21,099.77
2557	19.23	10,960.33	22.10	20,257.30	32,153.33	17,936.75	22,094.21
2558	20.76	11,993.36	23.35	21,808.59	32,266.36	18,901.55	23,120.80
2559	22.33	13,085.56	24.65	23,433.28	32,418.13	19,905.11	24,179.54
2560	23.92	14,236.92	26.02	25,131.20	32,551.99	20,947.44	25,270.43
2561	25.54	15,447.45	27.45	26,902.13	32,662.55	22,028.55	26,393.47
2562	27.18	16,717.15	28.95	28,746.16	32,783.88	23,148.43	27,548.67
2563	28.84	18,046.02	30.51	30,663.38	32,919.24	24,307.07	28,736.01
2564	30.50	19,434.05	32.13	32,653.77	33,048.12	25,504.49	29,955.51

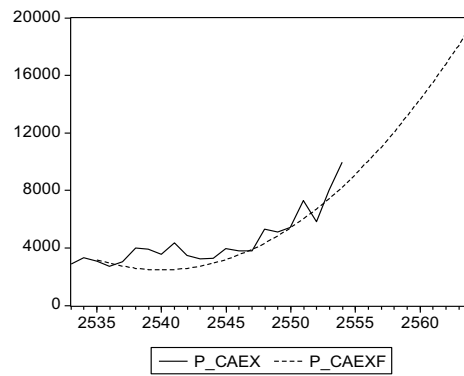
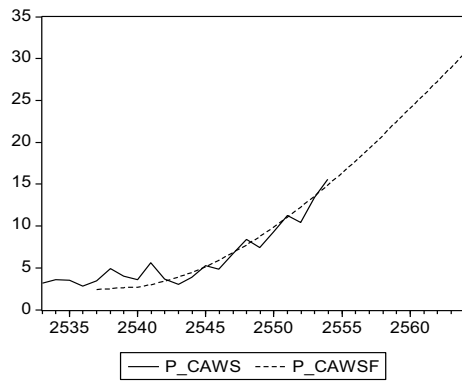
ตารางภาคผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ปี	P_{FEWS_t} (บาท/กก.)	P_{FEEX_t} (บาท/ตัน)	P_{MAIM_t} (บาท/ตัน)	P_{SOWS_t} (บาท/กก.)	P_{SOEX_t} (บาท/ตัน)	P_{SOIM_t} (บาท/ตัน)
2534	4.30	3,108.59	3,835.34	2.43	3,294.65	19,583.66
2535	4.02	2,907.88	4,185.37	2.97	4,112.86	20,120.21
2536	4.23	2,575.47	5,000.00	2.73	3,602.28	23,479.23
2537	5.07	2,593.14	4,047.10	2.95	4,538.58	19,344.50
2538	5.16	2,294.55	5,348.53	3.70	5,578.08	22,789.60
2539	5.10	3,339.50	4,800.00	4.65	12,765.82	20,057.17
2540	6.14	2,862.75	5,152.84	3.75	4,607.37	24,719.13
2541	5.22	3,457.70	5,414.63	4.66	8,410.86	29,066.60
2542	6.81	2,915.97	4,260.96	3.42	4,479.37	28,271.15
2543	7.49	2,690.95	11,125.00	3.08	19,776.54	23,895.48
2544	8.36	2,559.69	12,673.33	3.12	8,307.76	30,461.63
2545	8.72	2,968.93	15,332.00	3.16	6,480.70	28,841.12
2546	10.15	2,949.18	2,287.50	4.66	6,342.02	31,919.05
2547	9.81	3,370.41	2,792.76	3.25	6,855.76	32,703.23
2548	10.44	4,246.79	2,521.19	5.35	9,718.96	42,366.88
2549	11.03	4,246.47	2,918.48	3.35	7,380.55	31,933.24
2550	14.36	4,321.37	3,292.67	3.39	8,985.52	29,013.13
2551	13.32	5,804.98	3,504.12	3.43	9,614.85	37,419.07
2552	13.75	5,103.76	3,520.26	5.54	7,460.19	40,431.33
2553	13.89	6,347.77	3,651.70	7.56	9,359.96	40,839.83
2554	13.89	8,077.81	3,781.59	8.67	11,082.00	34,973.33
2555	14.91	8,543.61	3,741.28	7.60	10,661.59	37,858.14
2556	15.76	9,368.55	3,721.63	7.84	10,933.35	38,741.45
2557	16.64	10,244.11	3,701.98	8.08	11,205.12	39,629.12
2558	17.55	11,170.30	3,682.33	8.32	11,476.89	40,521.15
2559	18.50	12,147.12	3,662.68	8.56	11,748.66	41,417.55
2560	19.47	13,174.57	3,643.03	8.79	12,020.43	42,318.31
2561	20.48	14,252.64	3,623.37	9.03	12,292.20	43,223.43
2562	21.51	15,381.34	3,603.72	9.27	12,563.96	44,132.91
2563	22.58	16,560.66	3,584.07	9.51	12,835.73	45,046.76
2564	23.68	17,790.62	3,564.42	9.75	13,107.50	45,964.97

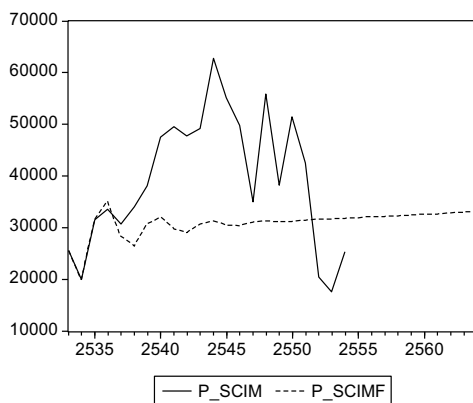
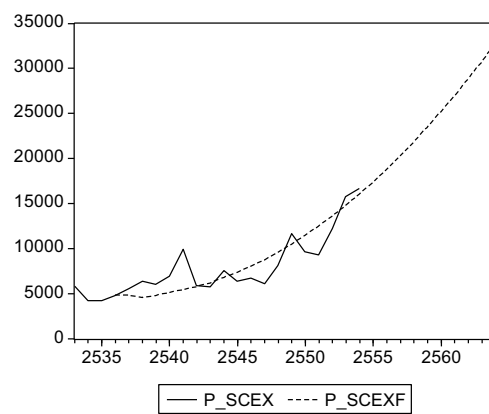
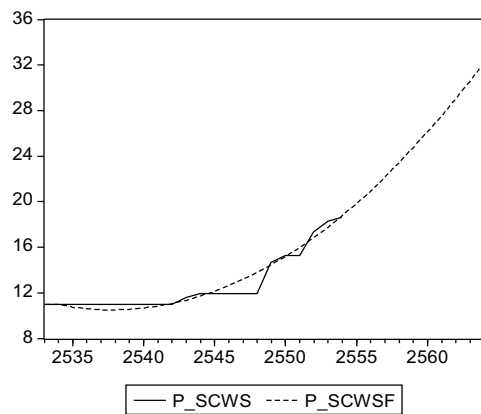
ตารางภาคผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ปี	P_{BEWS_t} (บาท/กก.)	P_{BEEX_t} (บาท/ตัน)	P_{BEIM_t} (บาท/ตัน)	P_{PIWS_t} (บาท/กก.)	P_{PIEX_t} (บาท/ตัน)	P_t^{ET} (บาท/ลิตร)
2534	11.82	9,509.99	6,164.65	6.23	41,702.08	-
2535	12.33	10,806.08	7,322.41	5.05	39,699.42	-
2536	12.11	10,720.47	7,896.83	3.57	38,046.55	-
2537	15.18	11,127.69	6,623.36	3.57	37,306.99	-
2538	14.91	14,554.28	7,788.93	7.14	36,146.90	-
2539	17.86	17,330.69	8,652.08	7.55	43,764.96	-
2540	16.87	16,918.23	10,148.64	6.97	48,262.60	-
2541	23.59	18,650.19	9,625.37	9.94	54,738.83	-
2542	20.78	14,574.11	7,492.67	6.68	48,980.13	-
2543	20.02	14,803.26	8,897.89	6.11	40,832.86	-
2544	20.10	18,496.66	9,588.63	5.82	42,434.89	-
2545	19.50	17,322.67	9,068.35	7.28	44,680.44	-
2546	25.05	17,697.10	10,492.12	7.30	45,317.17	-
2547	27.34	20,291.95	13,307.26	7.63	41,960.31	-
2548	29.04	27,027.85	11,168.64	8.10	45,651.41	15.08
2549	29.95	29,019.14	9,800.01	7.23	43,213.99	23.15
2550	32.23	27,901.39	11,376.53	8.93	50,384.09	17.52
2551	39.71	24,789.42	17,222.48	10.48	52,420.70	18.77
2552	37.38	28,035.03	15,229.54	11.00	52,824.35	19.99
2553	42.64	43,591.86	13,718.91	11.00	59,026.45	23.39
2554	45.18	32,000.91	15,704.98	11.00	63,197.22	24.32
2555	49.88	41,346.96	16,268.82	11.68	66,205.55	23.69
2556	54.36	44,585.77	17,038.34	12.31	69,392.59	24.46
2557	59.20	48,079.50	17,836.69	12.97	72,758.33	25.24
2558	64.39	51,840.78	18,663.87	13.67	76,302.76	26.02
2559	69.96	55,882.27	19,519.88	14.40	80,025.91	26.79
2560	75.92	60,216.62	20,404.73	15.16	83,927.75	27.57
2561	82.29	64,856.47	21,318.40	15.95	88,008.29	28.35
2562	89.07	69,814.48	22,260.90	16.78	92,267.54	29.12
2563	96.28	75,103.30	23,232.24	17.64	96,705.49	29.90
2564	103.94	80,735.57	24,232.41	18.53	101,322.10	30.67

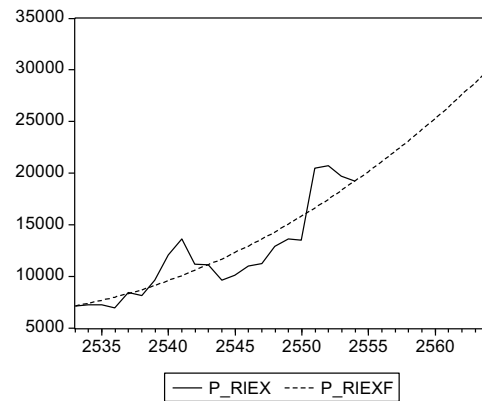
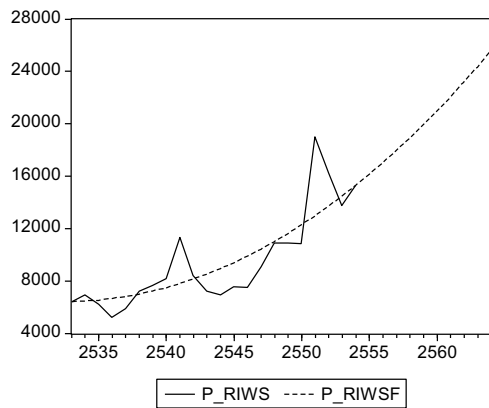
ที่มา: ปี 2534-2554 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2555) ปี 2555-2564 จากการพยากรณ์ค่าด้วยวิธี ARMA+trend



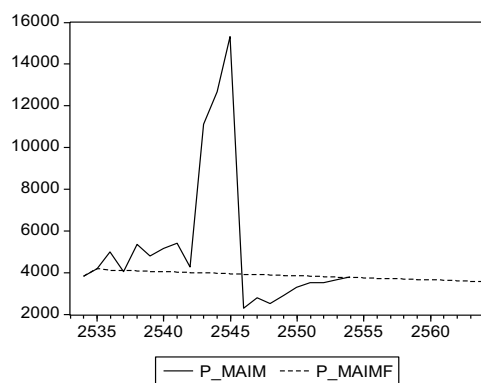
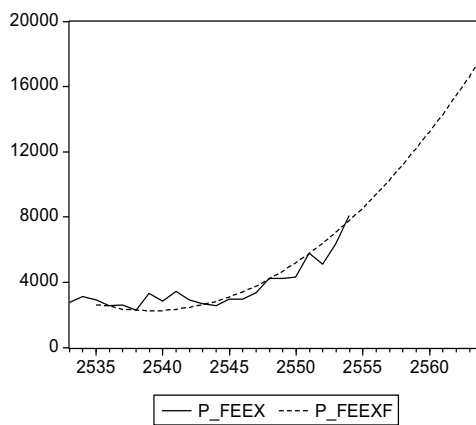
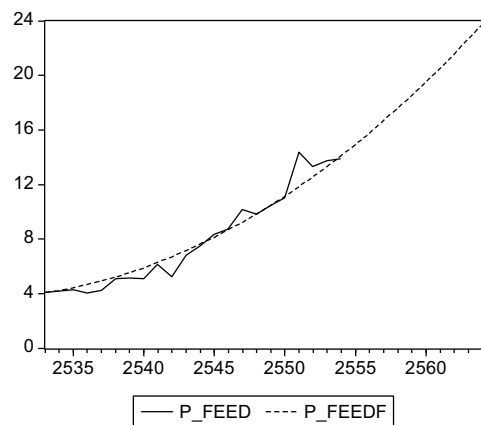
ภาพภาคผนวกที่ ก1 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง และราคาส่งออกมันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564



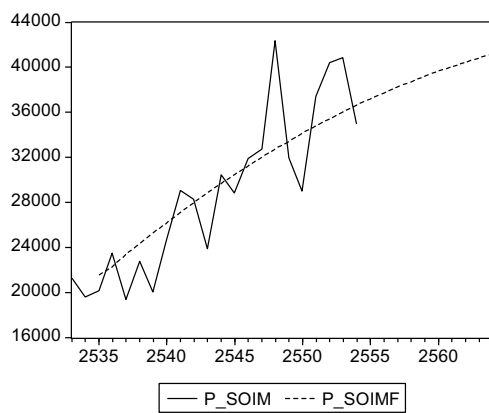
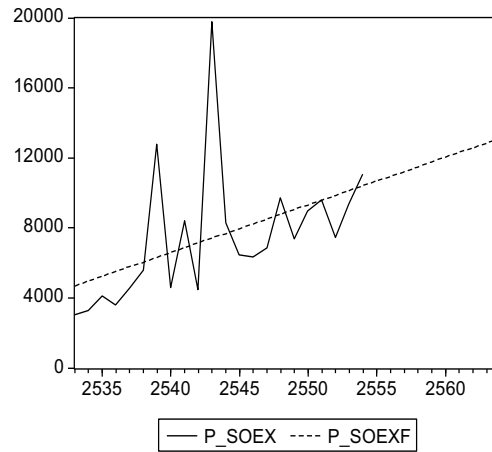
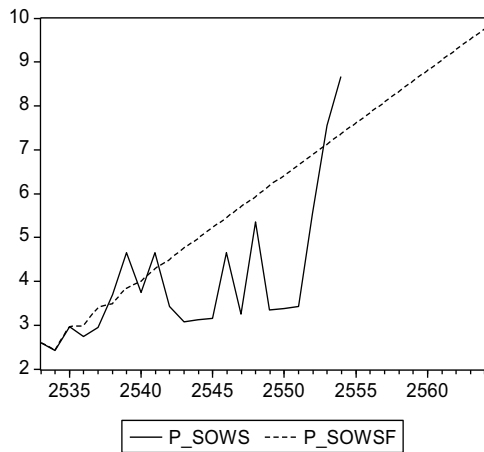
ภาพภาคผนวกที่ ก2 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564



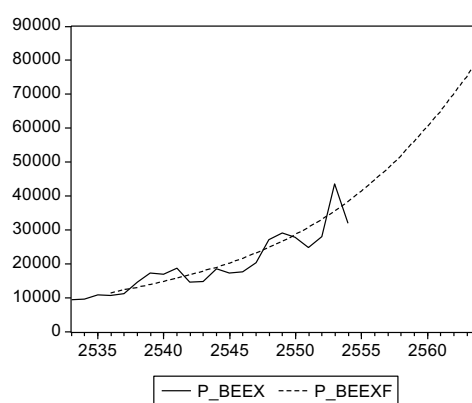
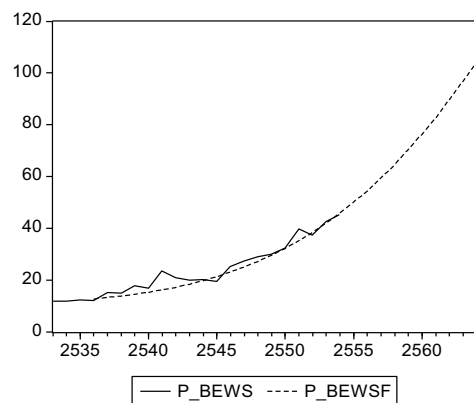
ภาพภาคผนวกที่ ก3 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่งและราคาส่งออกข้าวสารและผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564

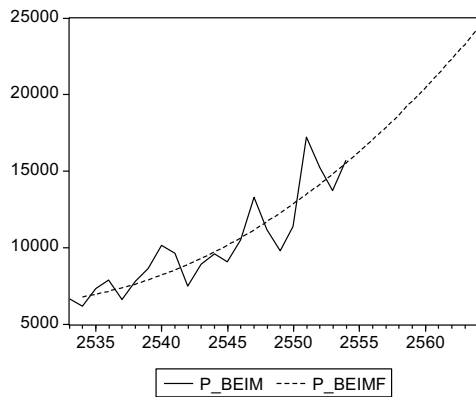


ภาพภาคผนวกที่ ก4 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออกวัตถุดิบอาหารสัตว์ และราคานำเข้าวัตถุดิบอาหารสัตว์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564

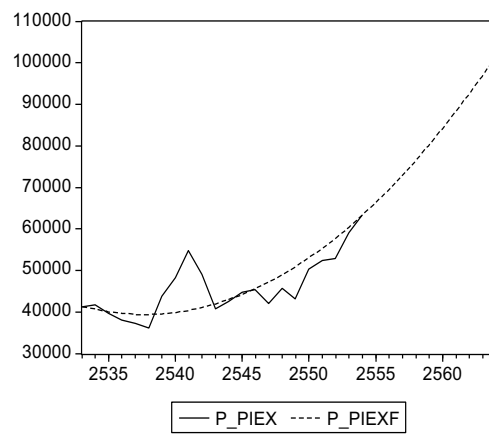
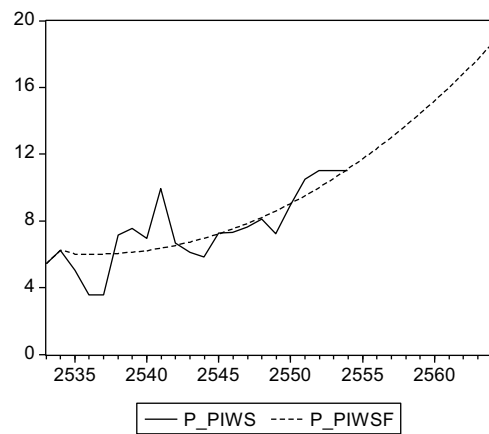


ภาพภาคผนวกที่ ก5 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าข้าวฟ่างในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564

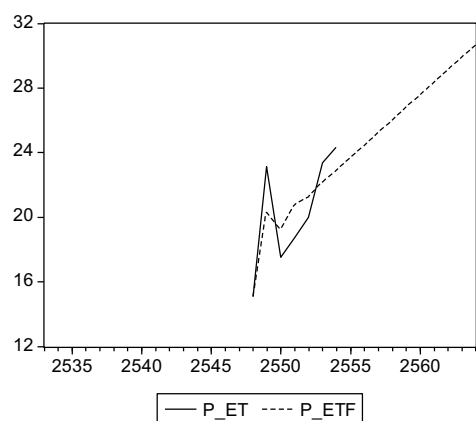




ภาพภาคผนวกที่ ก6 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าถั่วและผลิตภัณฑ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564



ภาพภาคผนวกที่ ก7 ค่าพยากรณ์ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าสับปะรดและผลิตภัณฑ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2564



ภาพภาคผนวกที่ ก8 ค่าพยากรณ์ราคาเอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2548-2564

ภาคผนวก ข

สรุปผลการดำเนินโครงการ

สัญญาเลขที่ RDG5520016

โครงการ “การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มผลผลิตพืชพลังงาน”

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการ

ผู้รับทุน นางเอวดี เปรมัชรูเอ

หน่วยงานต้นสังกัด : ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยงานที่ร่วมโครงการ : ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์

โครงการเริ่มเมื่อ 1 มกราคม 2555

รวมเวลาที่ทำวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน

ขยายเวลา 2 เดือน รวมเป็น 14 เดือน

รายงานผลงานของโครงการ 28 กุมภาพันธ์ 2556

ส่วนที่ 2 รายงานเนื้อหา

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยเพื่อใช้อธิบายถึงผลของการดำเนินนโยบายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีต่อภาคการเกษตร โดยจะพยากรณ์และหาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสินค้าปศุสัตว์ ทำการวิเคราะห์การใช้พื้นที่ในการผลิตพืชไร่ที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรรวมถึงคาดคะเนราคาของพืชชนิดนั้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและวางนโยบายในการส่งเสริมการผลิตพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งเพื่อใช้วางแผนในการจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

ในการศึกษาได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทย จากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน โดยพืชพลังงาน ที่ทำการศึกษาคือ อ้อยและมันสำปะหลัง โดยผู้วิจัย ได้ดำเนินการตามแผนงานของโครงการตามข้อเสนอโครงการในระหว่าง 12 เดือนที่ 1 คือ 1 มกราคม 2555 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2555 และขยายระยะเวลาเพิ่มขึ้น 2 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาถึงการผลิตพืชพลังงานในประเทศต่างๆ อาทิ สหรัฐอเมริกา บราซิล และยุโรป เป็นต้น รวมถึงประเทศไทย ผลกระทบจากการผลิตพืชพลังงานที่เกิดขึ้นในภาคเกษตร ต่อปัจจัยการผลิตและราคา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองให้เกิดความสมบูรณ์ รวมทั้งนำแนวคิดในการศึกษาผลกระทบที่มีต่อภาคเกษตรมาประยุกต์ใช้และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมกับประเทศไทยภาคใต้บริบทที่แตกต่างกัน

ส่วนที่ 2 การศึกษาสภาพทั่วไปของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมาในอดีต โดยได้แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรไทย รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลให้มีการผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น บทบาทของพืชพลังงานในภาคเกษตรและภาคพลังงาน ผลกระทบของนโยบายของภาครัฐ

ส่วนที่ 3 การศึกษาการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศไทย และหาอุปสงค์สืบเนื่องของพืชพลังงาน โดยทำการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เคยทำการศึกษาและพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศไทย เพื่อกำหนด

ความต้องการพืชพลังงานในอนาคต และเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์ในบทนี้ ได้มีการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยสมการถดถอย และนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของนักวิจัยอื่นๆ และทำการคัดเลือกใช้อุปสงค์พลังงานที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงสุด

ส่วนที่ 4 การพัฒนาแบบจำลอง Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector: PEM-TAS โดยแบบจำลองนี้ถูกพัฒนาด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ แบบจำลองมหภาค เพื่อศึกษาภาพรวมของการจัดสรรปัจจัยการผลิตพื้นฐาน คือ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยอื่นๆ เพื่อเป็นกรอบในการวิเคราะห์ แบบจำลองจุลภาค ซึ่งจะศึกษาถึงดุลยภาพในการผลิตพืชไร่แต่ละชนิดที่เกี่ยวข้อง คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ข้าว ถั่ว และสับปะรด ภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต

ส่วนที่ 5 ผลของแบบจำลองในระดับจุลภาค พบว่าจากดุลยภาพบางส่วนของอุปสงค์และอุปทานพืชไร่ แต่ละชนิด รวมถึงการพยากรณ์ราคาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และการวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งนโยบายที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงาน และสถานการณ์ที่เป็นไปตามราคาสตลาด ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่สูงขึ้นของการผลิตพืชพลังงาน อันเนื่องมาจากราคาของพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างการผลิตพืชของไทยเปลี่ยนแปลงไป พืชทดแทนมีแนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูกลดลง ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อย จะมีพื้นที่ปลูกมากขึ้น อีกทั้งกระทบถึงราคาของพืชทดแทนชนิดอื่นสูงขึ้นตามไปด้วย

ส่วนที่ 6 ผลของแบบจำลองในระดับมหภาค แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อการจัดสรรปัจจัยการผลิตในแบบพลวัต ของที่ดิน แรงงาน ทุน และพลังงาน ที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ซึ่งนักวิจัยได้ทำการปรับปรุงการกำหนดสมการสำหรับการผลิตอ้อยจึงทำให้แบบจำลองมีสมการจำนวนมาก และนักวิจัยได้พยายามแก้ไขสมการและหาดุลยภาพในระยะยาว และสามารถปรับปรุงรูปแบบสมการให้เหมาะสม จนกระทั่งสามารถหาดุลยภาพในระยะยาวได้ ผลการศึกษาพบว่าการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

ส่วนที่ 7 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้ กล่าวคือการพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง พบว่าผลของแบบจำลองมหภาค มีแนวโน้มการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี และผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะมันสำปะหลัง และราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้โดยเกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต การลงทุนในฟาร์ม และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต สำหรับผู้ผลิตเอทานอลควรลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายประเภท และภาครัฐควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต

ตารางภาคผนวกที่ ข1 เปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน และกิจกรรมที่ดำเนินการ

Output		หมายเหตุ
กิจกรรมตามข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (ร้อยละ)	
1. ศึกษาและทบทวนปัจจัยและตัวแปรที่อธิบายการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยจากข้อมูลจริงที่ผ่านมา	100	
2. การวางกรอบแนวคิดของแบบจำลอง 2 การวิเคราะห์	100	
3. สร้างแบบจำลองในระดับจุลภาค และเขียนแบบจำลองด้วยโปรแกรมทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลจริง พร้อมทั้งแก้ไข	100	แบบจำลองในระดับจุลภาค แสดงผลการวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระดับราคา ในช่วงปี 2555-2564 ภายใต้ scenario ต่างๆ
4. สร้างแบบจำลองในระดับมหภาค และเขียนแบบจำลองด้วยโปรแกรมทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลจริง พร้อมทั้งแก้ไข	100	
5. การจัดระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาข้อเสนอแนะและปรับปรุง	100	ได้มีการประชุมเพื่อขอความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ก่อนการแก้ไขแบบจำลองแต่ภายหลังการแก้ไขแบบจำลองแล้ว ไม่ได้มีการขอความคิดเห็นอีกครั้ง
6. สรุปผลการวิจัย เสนอแนะ จัดทำรายงาน	100	
กิจกรรมที่เพิ่มจากข้อเสนอโครงการ		
1. ตรวจสอบการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานและอุปสงค์สืบนี้อ้างอิงสำหรับพืชพลังงาน	100	เป็นกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
2. พยากรณ์อุปสงค์พลังงานอุปสงค์สืบนี้อ้างอิงสำหรับพืชพลังงาน	100	เป็นกิจกรรมที่นักวิจัยเห็นควรดำเนินการไปพร้อมกับการพัฒนาแบบจำลอง

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ได้ทำงานร่วมกันตลอด โดยมีการประชุมหารือและติดตามความก้าวหน้าในการทำงาน อย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง อย่างสม่ำเสมอ ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ร่วมกัน ส่งผลให้การดำเนินงานไปเป็นไปด้วยดี



นางเอวดี เปรมชัยชู
หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
28 กุมภาพันธ์ 2556

ภาคผนวก ค

แนวโน้มการผลิตพืชพลังงานและการปรับตัวของภาคการเกษตรไทย

เออวดี เปรมัษเฐียร¹ และ ขาลวิภา สุขใส²

บทคัดย่อ-การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตรทั้งในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ คาดการณ์แนวโน้มการผลิตพืชพลังงานเพื่ออธิบายการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยในอนาคต ทั้งในด้านที่ดิน ปริมาณและราคาผลผลิต โดยสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของพืชแต่ละชนิดด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ ผลการศึกษาพบว่า แนวโน้มในอีก 10 ปีข้างหน้า พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.68, 0.30, 3.42 และ 0.02 ตามลำดับ และราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง หรือคาดการณ์ได้ว่าพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้น ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์แพงขึ้น แต่ในอนาคตการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานก็ได้ทำให้รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ-พืชพลังงาน พืชอาหาร ภาคเกษตรไทย การปรับตัว

I. บทนำ

การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศนั้น ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตร ทั้งในด้านการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิต และราคาของพืชพลังงาน และพืชอาหารที่มีความจำเป็นต่อการบริโภคของประชากรทั้งในและต่างประเทศ

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารที่สำคัญของโลกหลายชนิด อาทิ ข้าว มันสำปะหลัง อ้อยและน้ำตาล ยางพารา และอื่นๆ และในฐานะประเทศในกลุ่มกำลังพัฒนาซึ่งประชากรจะได้รับผลกระทบจากราคาอาหารที่เพิ่มสูงขึ้นนั้น การผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้ในการบริโภคและเพื่อเป็นพลังงานจึงเป็นประเด็นสำคัญที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก การวางแผนการผลิตพืชพลังงานนั้นจำเป็นต้องศึกษาถึงผลกระทบต่อทั้งภาคการผลิต เกษตรกร รวมถึงผลกระทบต่อประชาชนในประเทศ เนื่องจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย ส่งผลให้ราคาของพืชพลังงานนั้นสูงขึ้น นอกจากนี้การขยายพื้นที่ปลูกพืชพลังงานย่อมหมายถึงการนำที่ดินที่เคยปลูกพืชชนิดอื่นมาทดแทน เช่น การเพิ่มพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังเป็นผลมาจากการลดพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลง ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลดลง ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงเพิ่มสูงขึ้น เป็นต้น จะส่งผลถึงการปรับเปลี่ยนโครงสร้างการผลิตพืชในภาคเกษตร รวมทั้งยังส่งผลกระทบถึงการจัดสรรทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานในประเทศไทย โดยการพัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย เพื่อใช้อธิบายผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อภาคเกษตร โดยจะพยากรณ์และหาแนวโน้มการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการวางแผนจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน เตรียมพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และก่อให้เกิดความยั่งยืนของภาคการเกษตรไทย โดยจำแนก

*บทความฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก ชุดโครงการการเฝ้ามองนโยบายเกษตรไทย สถาบันคลังสมองของชาติ โดยการสนับสนุนของกองทุนสนับสนุนการวิจัย

¹เออวดี เปรมัษเฐียร ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 โทร: 02-942-8549-51#118; fax: 02-942-8047; E-mail: fecoadu@ku.ac.th

²ขาลวิภา สุขใส ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 โทร: 02-942-8549-51#118; fax: 02-942-8047; E-mail: kanwipa.s@gmail.com

ขอบเขตการศึกษาพืชพลังงานหลักสองชนิด คือ อ้อยและมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลในประเทศไทย พืชอาหารที่ได้รับผลกระทบ (ข้าวโพด ถั่วเหลือง และพืชทดแทนอื่นๆ) ในด้านราคาพืช ปริมาณผลผลิต พื้นที่เพาะปลูกที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น

II. วิธีการศึกษา

1. การพัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนเพื่อการผลิตพืชพลังงาน

การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ ในเบื้องต้นแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยจะถูกวิเคราะห์เพื่อหาดุลยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานในแต่ละระบบของพืชแต่ละชนิด ในรูปแบบของ 2SLS (Two Stage Least Squares) ในด้านของการวิเคราะห์การใช้ที่ดินจะใช้วิธีการของ SUR (Seemingly unrelated regressions) และในส่วนของการหาดุลยภาพของพืชทุกชนิดจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ Simulation เพื่อหาดุลยภาพของระบบ

2. แนวคิดในการคาดการณ์แนวโน้มและการปรับตัว

การขยายการผลิตพืชพลังงานก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางบวกและทางลบต่อภาคการเกษตร โดยผลกระทบทางบวกได้แก่ กระตุ้นเศรษฐกิจและสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกร ลดภาวะความยากจน ผลผลิตทางการเกษตรมีราคาสูงขึ้น เกิดการเพิ่มการลงทุนในการใช้ที่ดิน ลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ และเพิ่มการผลิตและการใช้พลังงานสะอาดมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามการขยายการผลิตพืชพลังงานก็ได้ส่งผลกระทบทางลบอย่างกว้างขวางเช่นเดียวกัน โดยส่งผลให้ราคาอาหารสูงขึ้น เนื่องจากเกิดการแข่งขันการใช้ปัจจัยการผลิต กระตุ้นให้เกิดการขยายพื้นที่ปลูกจากการทำลายป่าไม้ หรือเปลี่ยนที่ดินเพาะปลูกพืชชนิดอื่นมาปลูกพืชพลังงาน (UN-Energy, 2007; USDA, 2007 และ FAO, 2008) นอกจากนี้ Chakravorty, Magne and Moreaux (2008) พบว่า การจัดสรรที่ดินมาปลูกพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นเมื่อราคาพลังงานเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเกิดการขาดแคลนที่ดิน ที่ดินที่เคยใช้ปลูกพืชอาหารจะถูกเปลี่ยนมาปลูกพืชพลังงานแทน เช่นเดียวกับ Malolm, Aillery and Weinberg (2009) พบว่า ที่ดินที่ใช้ในการปลูกพืชพลังงานมาจากพื้นที่ปลูกพืชทดแทนอื่น และจากการปลูกพืชทดแทนแหล่ง คือ ที่ดินว่างเปล่า และที่ดินที่ถูกเปลี่ยนมาจากการปลูกพืชทดแทนอื่น และนอกจากนี้เพื่อให้เป็นไปตามแผนการผลิตพืชพลังงานของภาครัฐ พบว่า พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.5 เพื่อให้สามารถผลิตข้าวโพดได้เพียงพอกับแผนการผลิตเอทานอล Elobied and Hart (2007) และ Westcott (2007) พบว่า การขยายการผลิตเอทานอลทำให้ราคาข้าวโพดและพืชแข่งขันอื่นๆ เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการศึกษาผลกระทบต่อภาคการเกษตร พบว่าการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลกระทบต่อภาคเกษตรทั้งในด้านการจัดสรรการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน ราคาพืช ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ และรายได้ภาคเกษตร ซึ่งล้วนเป็นผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตร การศึกษาในครั้งนี้จะนำปัจจัยทางด้านที่ดิน การเกษตร ผลผลิตพืชพลังงานและพืชอาหารที่เกี่ยวข้อง ราคาพืช ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ และรายได้ภาคเกษตร เป็นตัวแปรหลักที่ได้รับผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน

3. โครงสร้างของแบบจำลอง

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดุลยภาพการผลิตพืชพลังงานเพื่อผลิตเอทานอลนั้น ประกอบด้วยพืชไร่หลัก 7 ชนิด คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สับปะรด ข้าวฟ่าง และถั่วต่างๆ โดยแบ่งการศึกษาเป็นอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของการผลิตดังนี้ คือ

อุปสงค์ของพืชไร่ 7 ชนิด ประกอบด้วย อุปสงค์พืชภายในประเทศ อุปสงค์พืชสำหรับส่งออก อุปสงค์พืชจากการนำเข้า และอุปสงค์พืชสำหรับผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (มันสำปะหลัง อ้อย)

อุปทานของพืชไร่ 7 ชนิด ถูกกำหนดโดย ผลคูณของปริมาณผลผลิตต่อไร่ กับพื้นที่เพาะปลูกของพืชทั้ง 7 ชนิด ดังกล่าว

ดุลยภาพของอุปสงค์และอุปทานพืชไร่ จะถูกวิเคราะห์แบบ Simultaneous ทั้งหมด เพื่อหาดุลยภาพที่เหมาะสมของการผลิตพืชไร่แต่ละชนิดในปีที่ t ซึ่งจะทำให้ได้ดุลยภาพในแต่ละรอบปี ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงการผลิตแบบพลวัตในช่วง 10 ปี ในแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกและแบบจำลองดุลยภาพพืชไร่ ดังต่อไปนี้

แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูก

$$\begin{aligned} A_CA_t = & \alpha_{CA_t} + \beta_{1CA_t} A_{CA_{t-1}} + \beta_{2CA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{3CA_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{4CA_t} P_{MA_{t-1}} \\ & + \beta_{5CA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6CA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7CA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8CA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2CA_t} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} A_SC_t = & \alpha_{SC_t} + \beta_{1SC_t} A_{SC_{t-1}} + \beta_{2SC_t} P_{SC_{t-1}} + \beta_{3SC_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SC_t} P_{MA_{t-1}} \\ & + \beta_{5SC_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6SC_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7SC_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SC_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SC_t} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} A_RI_t = & \alpha_{RI_t} + \beta_{1RI_t} A_{RI_{t-1}} + \beta_{2RI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{3RI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4RI_t} P_{SC_{t-1}} \\ & + \beta_{5RI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6RI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7RI_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8RI_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2RI_t} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} A_MA_t = & \alpha_{MA_t} + \beta_{1MA_t} A_{MA_{t-1}} + \beta_{2MA_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{3MA_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4MA_t} P_{SC_{t-1}} \\ & + \beta_{5MA_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{6MA_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{7MA_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8MA_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2MA_t} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} A_SO_t = & \alpha_{SO_t} + \beta_{1SO_t} A_{SO_{t-1}} + \beta_{2SO_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{3SO_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4SO_t} P_{SC_{t-1}} \\ & + \beta_{5SO_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6SO_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7SO_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{8SO_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2SO_t} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} A_BE_t = & \alpha_{BE_t} + \beta_{1BE_t} A_{BE_{t-1}} + \beta_{2BE_t} P_{BE_{t-1}} + \beta_{3BE_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4BE_t} P_{SC_{t-1}} \\ & + \beta_{5BE_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6BE_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7BE_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8BE_t} P_{PI_{t-1}} + \varepsilon_{2BE_t} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} A_PI_t = & \alpha_{PI_t} + \beta_{1PI_t} A_{PI_{t-1}} + \beta_{2PI_t} P_{PI_{t-1}} + \beta_{3PI_t} P_{CA_{t-1}} + \beta_{4PI_t} P_{SC_{t-1}} \\ & + \beta_{5PI_t} P_{MA_{t-1}} + \beta_{6PI_t} P_{RI_{t-1}} + \beta_{7PI_t} P_{SO_{t-1}} + \beta_{8PI_t} P_{BE_{t-1}} + \varepsilon_{2PI_t} \end{aligned} \quad (7)$$

เมื่อกำหนดให้

$$Land_t = A_CA_t + A_SC_t + A_RI_t + A_MA_t + A_SO_t + A_BE_t + A_PI_t \quad (8)$$

แบบจำลองดุลยภาพพืชไร่

จากเมทริกซ์ $A \cdot X = b$ กำหนดให้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1XDO_t} \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & b_{2XEX_t} \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & b_{3XIM_t} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & \delta_{1X_t} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \delta_{2X_t} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} D_X_t \\ D_XDO_t \\ D_XEX_t \\ D_XIM_t \\ S_X_t \\ Y_X_t \\ P_X_t \end{bmatrix} \quad , b = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ f(P_X_t, P_{XWS_t}) \\ f(P_X_t, P_{XEX_t}) \\ f(P_X_t, P_{XIM_t}) \\ f(P_X_t, T_t) \\ f(P_X_t, T_t) \end{bmatrix} \quad (9)$$

เมื่อกำหนดให้ X คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด และสัญลักษณ์ต่างๆ กำหนดดังตารางที่ 1

แบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ดุลยภาพของการผลิตพืชไร่ ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด โดยอุปทานพืชไร่ถูกกำหนดจากพื้นที่เพาะปลูกคูณกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ โดยในการประมาณอุปทานพืชไร่ จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่

เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลา ภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้ในการเพาะปลูกพืชไร่นาในประเทศไทย และหาแนวโน้มของผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีการผลิต สำหรับอุปสงค์พืชไร่เป็นอุปสงค์สืบเนื่องมาจากความต้องการใช้พืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่ที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์พืชไร่สำหรับส่งออก และอุปสงค์พืชไร่สำหรับผลิตพลังงาน เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้นๆ

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์และความหมายของตัวแปร

สัญลักษณ์	คำอธิบาย	สัญลักษณ์	คำอธิบาย
A_{X_t}	พื้นที่เพาะปลูกพืช X ในปี t	P_{X_t}	ราคาสินค้า X ในปี t
CA	มันสำปะหลัง	$P_{X_{t-1}}$	ราคาสินค้า X ในปี t-1
SC	อ้อย	P_{XEX_t}	ราคาส่งออกเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สินค้า X ในปี t
RI	ข้าว	P_{XIM_t}	ราคานำเข้าเฉลี่ยผลิตภัณฑ์สินค้า X ในปี t
MA	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	P_{XWS_t}	ราคาขายส่งเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์สินค้า X ในปี t
SO	ข้าวฟ่าง	T_t	แนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปี t
BE	ถั่ว	$Land_t$	ผลรวมของพื้นที่เพาะปลูก ในปี t
PI	สับปะรด	$\alpha, \beta, \gamma, \delta, a, b$	ค่าสัมประสิทธิ์
D_{X_t}	ปริมาณความต้องการการใช้ X ในปี t	D_{XDO_t}	ปริมาณความต้องการการใช้ X ในประเทศ ในปี t
D_{XEX_t}	ปริมาณความต้องการการใช้ X เพื่อส่งออก ในปี t	D_{XIM_t}	ปริมาณความต้องการการใช้ X จากการนำเข้า ในปี t
Y_{X_t}	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของ X ในปี t	S_{X_t}	ปริมาณผลผลิต X ในปี t

4. การคาดการณ์อุปสงค์พลังงาน

การคาดการณ์อุปสงค์พลังงานในอนาคตนั้น ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อทบทวนวิธีการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานที่ผ่านมาในอดีต และคัดเลือกผลการศึกษากฎวิธีที่ดีที่สุดมาใช้ประโยชน์ โดยได้คำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเปรียบเทียบข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น การคำนวณค่าผิดพลาด การเปรียบเทียบค่าผิดพลาดของแต่ละผลพยากรณ์ รวมถึงการคัดเลือกผลพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนอุปสงค์พลังงานของประเทศไทย ผลการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า Trisarn (2001) ได้คาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตของอุปสงค์พลังงานในทุกๆ 5-6 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ.2001-2030 เท่ากับ 4, 5, 3, 4, 2 และ 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ต่อมา Asia Pacific Energy Research Centre (2006) ประมาณการณ์อุปสงค์พลังงานเบื้องต้นมีอัตราการเจริญเติบโตร้อยละ 4.6 ต่อปีในช่วงปี ค.ศ.2002-2030 ด้านสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2554) คาดการณ์ว่าอุปสงค์พลังงานของไทยจะเติบโตด้วยอัตราร้อยละ 3.9 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ.2554-2574 ภายใต้สมมติฐานว่าเศรษฐกิจของไทยขยายตัวในระดับปานกลาง และบัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและคณะ (2550) คาดการณ์ว่าอุปสงค์พลังงานภายในประเทศจะเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.1 ต่อปีในกรณีที่มีการประหยัดพลังงาน และร้อยละ 5.5 ต่อปีในกรณีปกติในช่วงปี พ.ศ.2549-2559 ซึ่งผลการตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองด้วยการคำนวณค่า Root mean square error (RMSE) พบว่าแบบจำลองของบัณฑิต ลิ้มมีโชคชัยและคณะกรณีประหยัดพลังงานให้ค่า RMSE น้อยที่สุด ดังนั้นการวิจัยนี้จะใช้ค่าพยากรณ์ข้างต้นเป็นค่าตั้งต้นสำหรับคาดการณ์อุปสงค์เอทานอลในอนาคต และคำนวณหาอุปสงค์วัตถุดิบสำหรับผลิตเอทานอลเพื่อใช้ในการคำนวณค่าแบบจำลองต่อไป

5. ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลอง

ในการประมาณค่าแบบจำลองข้างต้นนั้น มีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแบบจำลอง

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต่างๆ ในระบบสมการแบ่งออก 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืช เพื่อจำลองระบบพื้นที่เพาะปลูกพืชในแต่ละชนิดที่มีความเกี่ยวข้องกันทั้งพืชอาหารและพืชพลังงาน สำหรับการคาดการณ์แนวโน้มพื้นที่เพาะปลูกในอนาคต ซึ่งประกอบด้วยพืชไร่ 7 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด โดยทำการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ด้วยวิธีการ SUR (Seemingly Unrelated Regression) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าจะนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก

ส่วนที่ 2 แบบจำลองดุลยภาพพืช เป็นแบบจำลองที่รวบรวมดุลยภาพของอุปสงค์และอุปทานของพืชเข้าด้วยกัน เพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มความต้องการใช้และความสามารถในการผลิตของพืชแต่ละชนิด โดยแต่ละระบบสมการย่อยของพืชแต่ละชนิดจะมีการประมาณค่าแยกออกจากกัน โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นตอน (Two Stage Least Square: 2SLS) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าแต่ละแบบจำลองจะนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์ดุลยภาพพืชของพืชชนิดนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 วิธีการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์ในอนาคต

การคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในอนาคตจะทำการพยากรณ์ทีละปี เริ่มจากปีปัจจุบัน (t) โดยใช้ข้อมูลในปีที่ผ่านมา ($t-1$) เป็นค่าเริ่มต้นในแบบจำลอง เริ่มจาก 1) ใช้ราคามูลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกในปีที่ $t-1$ แทนค่าลงในเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก 2) คำนวณเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูกพืชเพื่อหาค่าคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในปีที่ t 3) นำค่าพื้นที่เพาะปลูกที่ได้คูณกับสมการผลผลิตต่อไร่ เพื่อให้ได้สมการอุปทานพืชในปีที่ t ของพืชแต่ละชนิดทั้งหมด 7 ชนิด 4) นำค่าสัมประสิทธิ์ของสมการอุปทานพืชแต่ละชนิดไปแทนค่าเมทริกซ์ดุลยภาพพืช เพื่อทำการแก้เมทริกซ์หาปริมาณและราคาดุลยภาพพืชในปีที่ t 5) เริ่มต้นวงจรใหม่ โดยใช้พื้นที่เพาะปลูกและราคาในปีที่ t เพื่อคำนวณหาปริมาณและราคาในปีที่ $t+1$ ทำเช่นนี้จนได้ปริมาณและราคาดุลยภาพพืชครบตามระยะเวลาการศึกษา 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564) ซึ่งการคำนวณแนวโน้มของปริมาณและราคาพืชทั้ง 7 ชนิดนี้ เป็นไปตามแนวโน้มอุปสงค์การใช้พืชแต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ 3 การคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์สมมติ

ในส่วนนี้จะเป็นการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์แนวโน้มผลผลิตและราคาของพืชแต่ละชนิดภายใต้สถานการณ์จำลอง โดยกำหนดให้ความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานของประเทศในอนาคต แล้วจึงคิดเทียบเป็นความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต

รูปแบบการศึกษาแบบจำลองในขั้นตอนนี้ดำเนินการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 โดยกำหนดให้อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอล สามารถบรรลุเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคตได้ การผลิตเอทานอลจะใช้วัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ มันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาล การศึกษารุ่นนี้ได้แบ่งสถานการณ์จำลองการจัดสรรการใช้วัตถุดิบออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีจำลองที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 40: 20: 40

กรณีจำลองที่ 2 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 50: 20: 30

โดยขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจะเป็นวงจรเช่นเดียวกัน แต่ค่าประมาณพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณและราคาดุลยภาพที่ได้จะเป็นค่า ณ ระดับที่สามารถผลิตเอทานอลได้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ตามที่ได้คาดการณ์ไว้

III. ผลการศึกษา

ในการประมาณค่าแนวโน้มของปริมาณและราคาผลผลิตในอนาคต โดยใช้แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืช ประมาณค่าด้วยวิธี Seemingly Unrelated Regression: SUR ผลการประมาณค่าแสดงดังตารางผนวกที่ 1 และส่วนที่ 2 แบบจำลองดุลยภาพพืช ประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นตอน (Two stage least square: 2SLS) ผลการประมาณค่า แสดงดังตารางผนวกที่ 2-9 โดยผลการคาดการณ์ แนวโน้มจากแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน แสดงดังต่อไปนี้

1) **กรณีปกติ** คือ กรณีที่กำหนดให้ตัวแปรต่างๆ ภายในแบบจำลองเปลี่ยนแปลงได้อย่างอิสระ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุปสงค์พืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นในอนาคต ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและราคาผลผลิต

จากการพยากรณ์ในกรณีปกติ พบว่า ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมี แนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 4.68 ต่อปี รองลงมาคือ ถั่ว อ้อย และ สับปะรด ตามลำดับ ด้านพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่างมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยง สัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นอัตราการลดลงเฉลี่ยร้อยละ 7.92 ต่อปี รองลงมาคือ ข้าวฟ่าง และข้าว ตามลำดับ ผลการ พยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกแสดงดังตารางที่ 2

ผลการพยากรณ์ราคาผลผลิต พบว่า ราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมี แนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 8.51 ต่อปี รองลงมาคือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828	9,868	10,464	11,073	11,579	12,052	12,462	12,811	13,084	13,279	4.68
อ้อย	8,034	6,424	7,142	6,995	7,212	7,312	7,478	7,638	7,818	8,007	0.30
ข้าว	60,295	60,630	59,298	58,818	58,182	57,781	57,482	57,354	57,380	57,557	(0.51)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,025	7,009	6,814	6,580	6,245	5,823	5,306	4,700	4,020	3,288	(7.92)
ข้าวฟ่าง	197	209	215	220	221	220	216	209	199	187	(0.49)
ถั่ว	1667	1,724	1,770	1,845	1,925	2,012	2,095	2,168	2,223	2,254	3.42
สับปะรด	666	681	679	686	689	690	689	685	677	667	0.02

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.61	2.71	2.93	3.17	3.46	3.77	4.13	4.53	4.97	5.45	8.51
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.07	1.12	1.19	1.26	1.34	1.42	3.87
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.06	12.44	12.86	13.30	13.77	14.27	14.79	3.41
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.49	8.71	8.84	8.88	8.82	8.66	8.38	7.99	0.25
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.33	6.36	6.40	6.47	6.56	6.67	6.79	0.70
ถั่ว	20.47	21.54	22.73	23.98	25.32	26.76	28.32	30.02	31.87	33.88	5.76
สับปะรด	6.00	6.42	7.00	7.54	8.15	8.79	9.49	10.23	11.02	11.86	7.87

2) **กรณีจำลอง** คือ กรณีที่กำหนดให้ปริมาณการผลิตเอทานอลมีเพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลของประเทศในอนาคต หรือให้อุปสงค์เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอกถูกกำหนดมาจากอุปสงค์พลังงานในอนาคต แบ่งผลการคาดการณ์แนวนี้ออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีจำลองที่ 1 สัดส่วนการใช้มันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 40: 20: 40

กรณีจำลองที่ 2 สัดส่วนการใช้มันสด/มันเส้น: น้ำอ้อย: กากน้ำตาล เท่ากับ 50: 20: 30

จากผลการพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกและราคาผลผลิต พบว่ากรณีจำลองที่ 1 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ถั่ว และอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 4.81 ต่อปี ด้านพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ข้าว และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นอัตราการลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8.18 ต่อปี รองลงมาคือ ข้าวฟ่าง ข้าว และถั่ว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ด้านค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตพบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการณิปกติ โดยราคามันสำปะหลังและสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 8.73 และ 7.90 ต่อปี ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 1

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828	9,888	10,502	11,131	11,656	12,146	12,572	12,934	13,222	13,430	4.81
อ้อย	8,034	6,445	7,163	7,043	7,271	7,390	7,576	7,760	7,965	8,181	0.54
ข้าว	60,295	60,595	59,251	58,736	58,083	57,662	57,346	57,201	57,208	57,361	(0.55)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,025	7,006	6,806	6,563	6,218	5,784	5,253	4,635	3,944	3,203	(8.18)
ข้าวฟ่าง	197	209	215	220	221	219	214	207	197	184	(0.65)
ถั่ว	1,667	1,723	1,768	1,840	1,918	2,000	2,079	2,146	2,194	2,218	3.23
สับปะรด	666	680	678	685	687	688	686	681	673.12	662	(0.06)

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น กรณีจำลองที่ 1

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.63	2.74	2.96	3.21	3.50	3.83	4.21	4.62	5.08	5.58	8.73
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.06	1.11	1.17	1.24	1.31	1.38	3.59
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.05	12.44	12.85	13.29	13.76	14.25	14.77	3.40
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.48	8.70	8.81	8.85	8.77	8.59	8.29	7.89	0.10
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.34	6.36	6.41	6.48	6.57	6.68	6.81	0.74
ถั่ว	20.47	21.55	22.74	23.99	25.33	26.78	28.35	30.06	31.91	33.94	5.78
สับปะรด	6.00	6.43	7.01	7.55	8.16	8.81	9.51	10.26	11.05	11.90	7.90

ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกและราคาผลผลิตในกรณีจำลองที่ 2 พบว่า ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ถั่ว อ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 4.88 ต่อปี ส่วนค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ข้าว และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นอัตราการลดลงร้อยละ 8.23 ต่อปี (ตารางที่ 6) สำหรับค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตพบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 8.85 ต่อปี รองลงมาคือ สับปะรดร้อยละ 7.91 ต่อปี (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6.16 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2

พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	8,828	9,888	10,502	11,138	11,673	12,172	12,609	12,984	13,284	13,505	4.88
อ้อย	8,034	6,445	7,163	7,050	7,278	7,401	7,591	7,778	7,988	8,209	0.58
ข้าว	60,295	60,595	59,251	58,724	58,064	57,633	57,308	57,152	57,148	57,288	(0.56)
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7,024	7,005	6,806	6,562	6,215	5,779	5,245	4,623	3,928	3,183	(8.23)
ข้าวฟ่าง	197	209	215	220	221	219	214	206	196	184	(0.69)
ถั่ว	1,667	1,723	1,768	1,840	1,917	1,999	2,076	2,141	2,187	2,210	3.19
สับปะรด	666	68	678	685	687	688	686	681	672	661	(0.09)

ตารางที่ 6.17 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2

ราคาผลผลิต (บาท/กก.)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
มันสำปะหลัง	2.63	2.74	2.97	3.22	3.52	3.86	4.23	4.66	5.12	5.64	8.85
อ้อย	1.05	0.84	0.98	0.99	1.06	1.11	1.18	1.24	1.31	1.39	3.62
ข้าว	10.93	11.37	11.67	12.05	12.43	12.85	13.29	13.75	14.25	14.77	3.39
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	7.85	8.24	8.48	8.69	8.81	8.84	8.76	8.57	8.27	7.87	0.07
ข้าวฟ่าง	6.38	6.33	6.33	6.34	6.36	6.41	6.48	6.57	6.69	6.81	0.74
ถั่ว	20.47	21.55	22.74	23.99	25.33	26.78	28.35	30.06	31.92	33.95	5.78
สับปะรด	6.00	6.43	7.01	7.55	8.16	8.81	9.51	10.26	11.06	11.91	7.91

ในการอธิบายและอภิปรายผลที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นจากการคาดการณ์ของแบบจำลองคุณภาพบางส่วน เพื่อให้สามารถผลิตเอทานอลได้เพียงพอกับความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต ได้แบ่งการวิเคราะห์ผลกระทบออกเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน 2) ผลกระทบด้านราคาใน 3 ส่วน ได้แก่ ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และราคาอาหาร 3) ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์ และ 4) ผลกระทบด้านรายได้ภาคเกษตร

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน พบว่า การผลิตเอทานอลให้เพียงพอ กับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต โดยการเพิ่มปริมาณการใช้น้ำมันสำปะหลังและน้ำอ้อยในการผลิตเอทานอลนั้น จะส่งผลให้พื้นที่ เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้น และพื้นที่เพาะปลูกพืชทดแทนอื่นลดลง

ผลกระทบด้านราคา แบ่งการพิจารณาผลกระทบออกเป็น 3 ส่วน คือ ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และ ราคาอาหาร พบว่า ราคาพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของราคาพืชอาหารส่วนใหญ่ ได้แก่ อ้อย ข้าว ถั่ว และสับปะรด เป็นต้น จะส่งผลให้ราคาน้ำตาล ข้าวสาร ธัญพืชต่างๆ สูงขึ้น และส่งผลต่อเนื่องให้ต้นทุน การผลิตอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวสารซึ่งเป็นแหล่งอาหารหลักของคนไทย การเพิ่มขึ้นของราคาข้าวสาร จึงส่งผลต่อค่าครองชีพของผู้บริโภคอย่างมาก

ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์ เนื่องจากพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่าง ต่างมีแนวโน้มราคาเพิ่มสูงขึ้นในอนาคต จึงส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นด้วย และส่งผล ต่อเนื่องให้ราคาเนื้อสัตว์ภายในประเทศเพิ่มขึ้นในที่สุด ทั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากต้นทุนวัตถุดิบ ที่เพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงอุตสาหกรรมการผลิตเลี้ยงสัตว์

ผลกระทบด้านรายได้ภาคเกษตร พิจารณาจากผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ และรายได้ภาคการเกษตรโดยรวมในช่วงปี 2555-2564 พบว่า ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่จากการปลูกพืชทุกชนิดจะแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพืชไร่ที่ให้ผลตอบแทนต่อไร่เฉลี่ย สูงสุด คือ สับปะรด รองลงมาได้แก่ อ้อยและมันสำปะหลัง ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณารายได้โดยรวมของภาคการเกษตร พบว่า การปลูกข้าวจะสร้างรายได้สูงสุด รองลงมา คือ การผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่าการเพิ่มการ

ผลิตพืชพลังงานจะส่งผลทำให้รายได้ของภาคเกษตรจากการปลูกพืชทุกชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นเพียงข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีแนวโน้มลดลง

IV. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรไทย พร้อมทั้งคาดการณ์ผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบาย โดยทำการศึกษาพืชพลังงานหลักคือ อ้อยและมันสำปะหลัง และพืชทดแทนอื่น เช่น ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่ว สับปะรด เพื่อการศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทย โดยการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณและราคาผลผลิต เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยตัดสินใจวางแผนการผลิต วางนโยบายสินค้าเกษตรและนโยบาย พัฒนาพลังงานทดแทน รวมถึงสร้างทางเลือกในการพัฒนาแนวคิดและเครื่องมือในการพยากรณ์ทางภาคการเกษตรที่นอกเหนือจากที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ในกรณีปกติซึ่งกำหนดให้ค่าพยากรณ์ขึ้นอยู่กับระดับอุปสงค์และอุปทานในอนาคต สรุปผลการศึกษาได้ว่า พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 4.68 ต่อปี รองลงมาคือ ถั่ว อ้อย และสับปะรด ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่างมีแนวโน้มลดลง ด้านราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ

ในกรณีจำลองซึ่งกำหนดให้ค่าพยากรณ์เกิดขึ้น ณ ระดับที่การผลิตเอทานอลมีปริมาณเพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต สรุปผลการศึกษาในทั้ง 2 กรณีได้ว่า พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังและอ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ราคาของพืชอาหารและพืชพลังงานเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีอัตราเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย และข้าว ตามลำดับ

ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อใช้คาดการณ์แนวโน้มการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหารในอนาคต พบว่า การเพิ่มปริมาณการผลิตพืชพลังงานเพื่อให้สามารถผลิตเอทานอลได้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ได้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานในระยะ 10 ปีข้างหน้า (ปี 2555-2564) โดยพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ภายใต้ความต้องการใช้พลังงานทดแทนที่ผลิตจากพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรในด้านอื่นๆ พบว่า การเพิ่มการผลิตพืชพลังงานส่งผลให้ภาคการเกษตรไทยเกิดการปรับตัวจากผลกระทบต่างๆ อาทิ ผลกระทบทางด้านราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ราคาอาหารของผู้บริโภคสูงขึ้น ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์ส่งผลให้อาหารสัตว์แพงขึ้น ราคาเนื้อสัตว์จึงสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ในอนาคตการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานได้ส่งผลดีต่อรายได้ภาคการเกษตร ซึ่งส่งผลดีต่อโดยตรงต่อรายได้ของเกษตรกรที่จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ได้มาซึ่งข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้ **เกษตรกร** ควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่กันไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาพืชชนิดต่างๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต และสร้างเสถียรภาพด้านรายได้ให้กับเกษตรกร **ผู้ผลิตเอทานอล** ควรลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายชนิด ทั้งจากภาคเกษตรและนอกภาคเกษตร เพื่อรองรับความเสี่ยงและความผันผวนของราคาสินค้าเกษตร ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ทำสัญญาซื้อขายผลผลิตล่วงหน้ากับเกษตรกรในบริเวณใกล้เคียง เพื่อให้วัตถุดิบในการผลิตมีอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ และลดความผันผวนของราคา และ **ภาครัฐ** ควรส่งเสริมและสนับสนุนทางด้านอุปทาน หรือการผลิตพืชพลังงาน มีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดที่เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต ควรจัดเขตกรรมการผลิตจะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมแหล่งการผลิตพืชพลังงาน และการตั้งโรงงานการผลิตเอทานอลในพื้นที่ที่เหมาะสม

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าประมาณระบบสมการพื้นที่เพาะปลูกพืช

ตัวแปร	มัน สำหรับหลัง (CA)	อ้อย (SC)	ข้าว (RI)	ข้าวโพด เลี้ยงสัตว์ (MA)	ข้าวฟ่าง (SO)	ถั่ว (BE)	สับปะรด (PI)
<i>Constant</i>	1,371,687 (2.478)**	5,726,546 (5.246)***	28,451,321 (2.919)***	1,358,869 (1.203)	-88,667 (-0.990)	-528,258 (-1.089)	257,826 (3.054)***
<i>A_{CA}_{t-1}</i>	0.779 (12.751)***						
<i>A_{SC}_{t-1}</i>		-0.025 (-0.146)					
<i>A_{RI}_{t-1}</i>			0.468 (2.548)**				
<i>A_{MA}_{t-1}</i>				0.810 (7.115)***			
<i>A_{SO}_{t-1}</i>					0.944 (15.512)***		
<i>A_{BE}_{t-1}</i>						0.991 (15.512)***	
<i>A_{PI}_{t-1}</i>							0.482 (3.641)***
<i>P_{CA}_{t-1}</i>	1,430,769 (6.567)***	1,194,196 (3.986)***					
<i>P_{SC}_{t-1}</i>		-3,485,974 (-2.321)**					
<i>P_{RI}_{t-1}</i>		-519.54 (-7.085)***	566.507 (2.211)**				
<i>P_{MA}_{t-1}</i>			-2,317,755 (-5.698)***	123,898 (1.409)			
<i>P_{SO}_{t-1}</i>		460,846 (3.712)***	687,879 (2.280)**		17,614 (1.120)		
<i>P_{BE}_{t-1}</i>	-103,134 (-4.682)***	150,943 (3.094)***	569,240 (4.013)***			29,397 (1.263)	
<i>P_{PI}_{t-1}</i>		182,261 (2.676)***		-167,198 (-2.393)*			17,109 (3.203)***
จำนวน ตัวอย่าง	20	20	20	20	20	20	20
R-Square	0.89	0.77	0.81	0.80	0.95	0.96	0.44

ตารางผนวกที่ 2 ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่

ตัวแปร	มันสำปะหลัง (CA)	อ้อย (SC)	ข้าว (RI)	ข้าวโพดเลี้ยง สัตว์ (MA)	ข้าวฟ่าง (SO)	ถั่ว (BE)	สับปะรด (PI)
<i>Constant</i>	2,006.935 (17.073)***	6,818.696 (7.254)***	387.002 (20.634)***	488.314 (17.339)***	218.909 (20.41)***	182.929 (41.260)***	4,008.344 (28.73)***
P_{CA_t}	-448.752 (-3.318)***						
P_{SC_t}		1,476.830 (0.525)					
P_{RI_t}			-0.008 (-1.430)				
P_{MA_t}				-27.535 (-2.090)**			
P_{SO_t}					-2.405 (-0.420)		
P_{BE_t}						0.444 (0.609)	
P_{PI_t}							-92.723 (-1.349)
T_t	102.763 (8.819)***	132.878 (1.906)*	8.662 (4.540)***	17.795 (5.683)***	4.673 (3.242)***	1.236 (2.735)***	5.445 (0.370)
จำนวน ตัวอย่าง	20	21	21	21	21	21	21
R-Square	0.85	0.49	0.76	0.89	0.73	0.85	0.21

ตารางผนวกที่ 3 ค่าประมาณสมการอุปสงค์มันสำปะหลัง

ตัวแปร	$CADO_t$	$CAEX_t$	$CAET_t$	$CASTO_t$
<i>Constant</i>	5,847.211 (9.186)***	11,713.480 (5.432)***	-255.586 (-2.718)***	1,721.319 (0.901)
P_{CA_t}	-2,662.472 (-1.949)*	-19,447.450 (-2.000)**	292.268 (2.850)***	968.846 (0.688)
P_{CAWS_t}	494.547 (2.641)***			
P_{CAEX_t}		5.878 (2.232)**		
P_{ET_t}			5.085 (0.985)	
$CASTO_t$				0.193 (0.809)
จำนวนตัวอย่าง	20	20	20	20
R-Square	0.39	0.27	0.66	0.06

ตารางผนวกที่ 4 ค่าประมาณสมการอุปสงค์อ้อย

ตัวแปร	$SCDO_t$	$SCEX_t$	$SCIM_t$	$SCET_t$
<i>Constant</i>	-8,409.994 (-1.239)	33,406.870 (1.986)**	-755.107 (-2.409)**	-190.146 (-3.277)***
P_{SC_t}	55,977.460 (2.434)**	30,982.220 (0.352)	3,166.034 (8.371)***	437.829 (3.277)***
P_{SUWS_t}	-644.561 (-0.475)			
P_{SUEX_t}		-0.615 (-0.159)		
P_{SUIM_t}			-0.012 (-2.712)***	
P_{ET_t}				-2.338 (-1.137)
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21	21
R-Square	0.73	0.01	0.84	0.61

ตารางผนวกที่ 5 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าว

ตัวแปร	$RIDO_t$	$RIEX_t$
<i>Constant</i>	4,481.496 (2.570)**	2,190.565 (2.481)**
P_{RI_t}	3.268 (2.485)**	1.836 (2.718)***
P_{RIWS_t}	-1.444 (-2.032)**	
P_{RIEX_t}		-0.493 (-1.593)
จำนวนตัวอย่าง	21	21
R-Square	-0.26	0.60

ตารางผนวกที่ 6 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ตัวแปร	$MADP_t$	$MAEX_t$	$MAIM_t$
<i>Constant</i>	3,451.836 (8.617)***	-123.033 (-0.593)	217.328 (1.879)*
P_{MA_t}	457.841 (2.109)**	140.634 (1.279)	10.264 (0.521)
P_{FEWS_t}	-152.006 (-1.697)*		
P_{FEEX_t}		-0.077 (-0.708)	
P_{MAIM_t}			-0.016 (-1.986)*
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.21	-0.10	0.24

ตารางผนวกที่ 7 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง

ตัวแปร	$SODO_t$	$SOEX_t$	$SOIM_t$
<i>Constant</i>	245.281 (6.823)***	40.506 (2.338)**	3.504 (5.011)***
P_{SO_t}	-43.789 (-5.132)***	-4.292 (-1.161)	-0.078 (-0.516)
P_{SOWS_t}	13.229 (0.140)		
P_{SOEX_t}		-0.001 (-0.169)	
P_{SOIM_t}			$-7.03 * 10^{-5}$ (-2.132)**
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.67	0.12	0.42

ตารางผนวกที่ 8 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ถั่ว

ตัวแปร	$BEDP_t$	$BEEEX_t$	$BEIM_t$
<i>Constant</i>	835.709 (2.123)**	56.659 (-0.574)**	-768.912 (-2.427)**
P_{BE_t}	-17.194 (-0.175)	0.659 (0.128)	122.792 (2.403)**
P_{BEWS_t}	43.858 (1.194)		
P_{BEEEX_t}		-0.001 (-0.604)	
P_{BEIM_t}			0.035 (0.554)
จำนวนตัวอย่าง	21	21	21
R-Square	0.60	0.18	0.68

ตารางผนวกที่ 9 ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์สับปะรด

ตัวแปร	$PIDO_t$	$PIEX_t$
<i>Constant</i>	305.712 (0.913)	169.782 (0.196)
P_{PI_t}	-298.231 (-1.224)	-235.620 (-1.517)
P_{PIWS_t}	145.890 (0.999)	
P_{PIEX_t}		0.051 (1.783)
จำนวนตัวอย่าง	21	21
R-Square	-0.36	0.21

เอกสารอ้างอิง

- Asia Pacific Energy Research Centre. 2006. **APEC Energy Demand and Supply Outlook**
- Chakravorty, u., B. Magne, and M. Moreaux. 2008. **A Dynamic Model of Food and Clean Energy.** Journal of Economic Dynamics and Control, Elsevier, vol. 32(4), pages 1181-1203, April 2008
- Elobeid, A., and C. Hart. 2007. **Ethanol Expansion in the Food versus Fuel Debate: How will Developing Countries Fare?** Journal of Agricultural and Food industrial Organization. Vol. 5, Number 6, 2007
- Malcolm, S.A., M. Aillery, and M. Weinberg. 2009. **Ethanol and a Changing Agicultural Landscape.** Economic Research Service Number 86. United States Department of Agricultural.
- Trisarn, Kriankrai. 2001. **Thailand Energy Demand in The next three decades.** Resources Exploration and Utilization for Sustainable Environment (REUSE) 24-26 October 2001
- UN-Energy. 2007. **Sustainable bio-energy: A framework for decision makers.** United Nation. Retrieved from <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>
- Westcott, Paul C. 2007. **Ethanol Expansion in the United State How Will the Agricutural Sector Adjust?** A Report from the Economic Research Service. United States Department pf Agricultural
- บัณฑิต ล้อมมีโชคชัย, บัณฑิต พุ่งธรรมสาร, พิมพ์พร ขาวสวนเจริญ, จักรพงศ์ พงศ์ไธสวรรย์, พนม ปริญา, Martin Schmitt และ Tira FOran. 2550. **การวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน โดยวิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว: กรณีศึกษาของโครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียน และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย. การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 3, 23-25 พฤษภาคม 2550.**
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2554. **แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2554-2573.** รายงานฉบับสมบูรณ์

รายนามคณะนักวิจัย		
หัวหน้าโครงการวิจัย	อ.ดร. เออวดี เปรมัษเฐียร	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	นักวิจัยผู้ช่วย	
	นางสาวชาลวิภา สุขใส	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญญาเลขที่ RDG5520016

โครงการ “การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มผลผลิตพืชพลังงาน”

สรุปผลการดำเนินโครงการ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการ

ผู้รับทุน นางเอวดี เปรมขำเขียว

หน่วยงานต้นสังกัด : ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยงานที่ร่วมโครงการ : ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์

โครงการเริ่มเมื่อ 1 มกราคม 2555

รวมเวลาที่ทำวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน

ขยายเวลา 2 เดือน รวมเป็น 14 เดือน

รายงานผลงานของโครงการ 28 กุมภาพันธ์ 2556

ส่วนที่ 2 รายงานเนื้อหา

การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยเพื่อใช้อธิบายถึงผลของการดำเนินนโยบายตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนที่มีต่อภาคการเกษตร โดยจะพิจารณาและหาแนวโน้มของการผลิตสินค้าเกษตรที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงานรวมถึงผลกระทบต่อสินค้าปศุสัตว์ ทำการวิเคราะห์การใช้พื้นที่ในการผลิตพืชไร่ที่เกี่ยวข้อง ผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรรวมถึงคาดคะเนราคาของพืชชนิดนั้นๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนและวางนโยบายในการส่งเสริมการผลิตพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งเพื่อใช้วางแผนในการจัดสรรทรัพยากรการผลิตให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดการสร้างสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

ในการศึกษาได้ศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทย จากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน โดยพืชพลังงาน ที่ทำการศึกษาคือ อ้อยและมันสำปะหลัง โดยผู้วิจัย ได้ดำเนินการตามแผนงานของโครงการตามข้อเสนอโครงการในระหว่าง 12 เดือนที่ 1 คือ 1 มกราคม 2555 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2555 และขยายระยะเวลาเพิ่มขึ้น 2 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงาน ดังนี้คือ

ส่วนที่ 1 การตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาถึงการผลิตพืชพลังงานในประเทศต่างๆ อาทิ สหรัฐอเมริกา บราซิล และยุโรป เป็นต้น รวมถึงประเทศไทย ผลกระทบจากการผลิตพืชพลังงานที่เกิดขึ้นในภาคเกษตร ต่อปัจจัยการผลิตและราคา เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองให้เกิดความสมบูรณ์ รวมทั้งนำแนวคิดในการศึกษาผลกระทบที่มีต่อภาคเกษตรมาประยุกต์ใช้และเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมกับประเทศไทยภาคใต้บริบทที่แตกต่างกัน

ส่วนที่ 2 การศึกษาสภาพทั่วไปของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมานับแต่อดีต โดยได้แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรไทย รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลให้มีการผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น บทบาทของพืชพลังงานในภาคเกษตรและภาคพลังงาน ผลกระทบของนโยบายของภาครัฐ

ส่วนที่ 3 การศึกษาการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศไทย และหาอุปสงค์สืบเนื่องของพืชพลังงาน โดยทำการตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เคยทำการศึกษาและพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของประเทศไทย เพื่อคำนวณความต้องการพืชพลังงานในอนาคต และเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตามแบบจำลอง โดยการวิเคราะห์ในบทนี้ ได้มีการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานด้วยสมการถดถอย และนำมาเปรียบเทียบกับงานวิจัยของนักวิจัยอื่นๆ และทำการคัดเลือกใช้อุปสงค์พลังงานที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงสุด

ส่วนที่ 4 การพัฒนาแบบจำลอง Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector: PEM-TAS โดยแบบจำลองนี้ถูกพัฒนาด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ แบบจำลองมหภาค เพื่อศึกษาภาพรวมของการจัดสรรปัจจัยการผลิตพื้นฐาน คือ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยอื่นๆ เพื่อเป็นกรอบในการวิเคราะห์ แบบจำลองจุลภาค ซึ่งจะศึกษาถึงดุลยภาพในการผลิตพืชไร่แต่ละชนิดที่เกี่ยวข้อง คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าวโพด ข้าว ถั่ว และสับปะรด ภายใต้ข้อจำกัดของพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต

ส่วนที่ 5 ผลของแบบจำลองในระดับจุลภาค พบว่าจากดุลยภาพบางส่วนของอุปสงค์และอุปทานพืชไร่ แต่ละชนิด รวมถึงการพยากรณ์ราคาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และการวิเคราะห์ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ทั้งนโยบายที่เกี่ยวข้องกับพืชพลังงาน และสถานการณ์ที่เป็นไปตามราคาส่งตลาด ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่สูงขึ้นของการผลิตพืชพลังงาน อันเนื่องมาจากราคาของพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อโครงสร้างการผลิตพืชของไทยเปลี่ยนแปลงไป พืชทดแทนมีแนวโน้มของพื้นที่เพาะปลูกลดลง ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อย จะมีพื้นที่ปลูกมากขึ้น อีกทั้งกระทบถึงราคาของพืชทดแทนชนิดอื่นสูงขึ้นตามไปด้วย

ส่วนที่ 6 ผลของแบบจำลองในระดับมหภาค แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อการจัดสรรปัจจัยการผลิตในแบบพลวัต ของที่ดิน แรงงาน ทุน และพลังงาน ที่ใช้ในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ซึ่งนักวิจัยได้ทำการปรับปรุงการกำหนดสมการสำหรับการผลิตอ้อยจึงทำให้แบบจำลองมีสมการจำนวนมาก และนักวิจัยได้พยายามแก้ไขสมการและหาดุลยภาพในระยะยาว และสามารถปรับปรุงรูปแบบสมการให้เหมาะสม จนกระทั่งสามารถหาดุลยภาพในระยะยาวได้ ผลการศึกษาพบว่าการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

ส่วนที่ 7 สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาสรุปได้ดังต่อไปนี้ กล่าวคือการพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง พบว่าผลของแบบจำลองมหภาค มีแนวโน้มการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี และผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะมันสำปะหลัง และราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ผลการศึกษาในครั้งนี้จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้โดยเกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต การลงทุนในฟาร์ม และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต สำหรับผู้ผลิตเอทานอลควรลงทุนในการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตให้สามารถใช้วัตถุดิบได้หลายประเภท และภาครัฐควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต

ตารางภาคผนวกที่ ข1 เปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผน และกิจกรรมที่ดำเนินการ

Output		หมายเหตุ
กิจกรรมตามข้อเสนอโครงการ	ผลสำเร็จ (ร้อยละ)	
1. ศึกษาและทบทวนปัจจัยและตัวแปรที่อธิบายการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยจากข้อมูลจริงที่ผ่านมา	100	
2. การวางกรอบแนวคิดของแบบจำลอง 2 การวิเคราะห์	100	
3. สร้างแบบจำลองในระดับจุลภาค และเขียนแบบจำลองด้วยโปรแกรมทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลจริง พร้อมทั้งแก้ไข	100	แบบจำลองในระดับจุลภาค แสดงผลการวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ระดับราคา ในช่วงปี 2555-2564 ภายใต้ scenario ต่างๆ
4. สร้างแบบจำลองในระดับมหภาค และเขียนแบบจำลองด้วยโปรแกรมทดสอบแบบจำลองกับข้อมูลจริง พร้อมทั้งแก้ไข	100	
5. การจัดระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาข้อเสนอแนะและปรับปรุง	100	ได้มีการประชุมเพื่อขอความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ก่อนการแก้ไขแบบจำลอง
6. สรุปผลการวิจัย เสนอแนะ จัดทำรายงาน	100	
กิจกรรมที่เพิ่มจากข้อเสนอโครงการ		
1. ตรวจสอบการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานและอุปสงค์สืบเนื่องสำหรับพืชพลังงาน	100	เป็นกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
2. พยากรณ์อุปสงค์พลังงานอุปสงค์สืบเนื่องสำหรับพืชพลังงาน	100	เป็นกิจกรรมที่นักวิจัยเห็นควรดำเนินการไปพร้อมกับการพัฒนาแบบจำลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยและ ผู้ช่วยวิจัย ได้ทำงานร่วมกันตลอด โดยมีการประชุมหารือและติดตามความก้าวหน้าในการทำงาน อย่างน้อยอาทิตย์ละ 1 ครั้ง อย่างสม่ำเสมอ ช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ร่วมกัน ส่งผลให้การดำเนินงานไปเป็นได้ด้วยดี

นางเอวดี เปรมัษเฐียร

แบบสรุปโครงการวิจัย

สัญญาเลขที่ RDG5520016 **ชื่อโครงการ** การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มผลผลิตพืชพลังงาน

หัวหน้าโครงการ นางเอวดี เปรมขีญีร **หน่วยงาน:** ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทร 02-942-8649-51#118 โทรสาร 02-942-8047 อีเมล Fecoadu@ku.ac.th

ความสำคัญ

การขยายการผลิตพืชพลังงานเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทน เพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ส่งผลกระทบต่อการผลิตพืชในภาคเกษตร ทั้งในด้านการจัดสรรการใช้ทรัพยากรในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน อาทิ ที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยการผลิตอื่น ตลอดจน ปริมาณผลผลิต และราคาของพืชอาหาร ที่มีความจำเป็นต่อประชากรทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นการผลิตอย่างเหมาะสมจึงมีความสำคัญที่จะช่วยลดผลกระทบทั้งในด้าน ปัจจัยการผลิต รวมถึงผลกระทบต่อพืชทดแทนอื่นๆ และด้านราคา ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอื่นๆ เพิ่มตามไปด้วย เนื่องจากการใช้นโยบายเพื่อส่งเสริมการผลิตพืชพลังงานนั้นอาจจะส่งผลให้โครงสร้างของภาคการเกษตรเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

วัตถุประสงค์โครงการ

- 1) ศึกษาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานที่มีต่อการปรับตัวภาคการเกษตรของไทยที่ผ่านมา
- 2) พัฒนาและสร้างแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทยที่มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพเพื่อพยากรณ์และใช้ในการจัดสรรทรัพยากรภายใต้แผนการขยายการผลิตพืชพลังงาน
- 3) ประเมินผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเสนอแนะเชิงนโยบายและมาตรการในการสร้างความสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

ผลการวิจัย

การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง พบว่าผลของแบบจำลองมหภาค มีแนวโน้มการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี แต่อย่างไรก็ตามการนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี และผลจากแบบจำลองจุลภาค พบว่าพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง อ้อย ถั่ว และสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะมันสำปะหลัง และราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้อเสนอแนะจากการศึกษา มีดังนี้

เกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต การลงทุนในฟาร์ม และพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต และภาครัฐควรมีนโยบายควบคุมพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นข้อมูลและเครื่องมือที่ประกอบการตัดสินใจกำหนดนโยบายและทิศทางการพัฒนาพืชพลังงานในอนาคต ใช้เพื่อการศึกษาในการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาแนวคิดและแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์

หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นำผลงานไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะวิชา เศรษฐศาสตร์พลังงานเพื่อการพัฒนาการเกษตร เพื่อให้นิสิตได้เรียนรู้ถึงบทบาทของพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทย แนวคิดการพัฒนาแบบจำลองในต่างประเทศและในประเทศไทย และการประยุกต์ใช้กับภาคเกษตรไทย
2. ภาครัฐ อาทิ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร หรือกรมส่งเสริมการเกษตรสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการส่งเสริมการเพาะปลูกพืชพลังงาน การวางแผนการจัดเขตกรรมการผลิต เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างปริมาณอุปสงค์และอุปทาน นอกจากนี้สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานสามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการพิจารณาการวางแผนการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน เพื่อให้เกิดความสมดุลในภาคเกษตรและภาคพลังงาน

การประชาสัมพันธ์

1. กำลังดำเนินการเผยแพร่บทความที่ 1 “แนวโน้มการผลิตพืชพลังงานและการปรับตัวของภาคการเกษตรไทย (Trend in Energy Crop Production and Agriculture Sector Adjustment)” โดยส่งบทความเพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาตินักเศรษฐศาสตร์ ครั้งที่ 8 ในหัวข้อการปรับเปลี่ยนประเทศไทยภายใต้บริบทของการเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจโลก ในวันอังคารที่ 22 ตุลาคม 2556
2. กำลังดำเนินการเตรียมบทความที่ 2 “แบบการผลิตพืชพลังงานของภาคเกษตรไทย (Modeling of Energy Crops in Thailand Agriculture Sector)” เพื่อประชาสัมพันธ์และตีพิมพ์ในวารสาร (ยังไม่ระบุ)