

เอกสารเผยแพร่ โดยสำนักประสานงานชุดโครงการ
งานวิจัยเชิงนโยบายเกษตรและเสริมสร้างเครือข่ายงานวิจัยเชิงนโยบาย
สถาบันคลังสมองของชาติ ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

แบบจำลองการพยากรณ์ การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย: เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

Agricultural Adjustment Projection Model for Energy Crops in Thailand:
A Case Study of Sugar Cane and Cassava

เออวดี เปรมขี้แย

บรรณาธิการ:

สมพร อิศวิลานนท์

ปิยะทัศน์ พาฟอนุรักษ์

ชมพูนุท สวนกระต่าย

เอกสารเผยแพร่ โดยสำนักประสานงานชุดโครงการ

“งานวิจัยเชิงนโยบายเกษตรและเสริมสร้างเครือข่ายงานวิจัยเชิงนโยบาย”

สถาบันคลังสมองของชาติ ร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของ ภาคการเกษตรไทย:

เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

(Agricultural Adjustment Projection Model for Energy Crops in Thailand:

A Case Study of Sugar Cane and Cassava)

เออวดี เปรมัชรูญ

บรรณาธิการ:

สมพร อิศวิลานนท์

ปิยะทัศน์ พาหอนุรักษ์

ชมพูนุท สอนกระต่าย

เอกสารเผยแพร่ โดยสำนักประสานงานชุดโครงการ
“งานวิจัยเชิงนโยบายเกษตรและเสริมสร้างเครือข่ายงานวิจัยเชิงนโยบาย”
สถาบันคลังสมองของชาติร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

พิมพ์ครั้งที่ 1: กรกฎาคม 2557

เอกสารวิชาการหมายเลข 6

จัดพิมพ์โดย: สถาบันคลังสมองของชาติ
ชั้น 22B อาคารมหานครยิบซั่ม
เลขที่ 539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น 14 อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์
เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

ข้อมูลทางบรรณานุกรม

เออวดี เปรมัชเชียร.

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย: เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน (Agricultural Adjustment Projection Model for Energy Crops in Thailand: A Case Study of Sugar Cane and Cassava).-- กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2557.
142 หน้า.

1. พลังงานทดแทน. I. ชื่อเรื่อง.

333.9539

ISBN 978-616-7739-50-2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book, html)

เอกสารเล่มนี้ เป็นการสังเคราะห์จากงานวิจัย เรื่อง
“การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน”

ศึกษาโดย ดร.เออวดี เปรมัชเชียร
ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ภายใต้สัญญาเลขที่ RDG5520016

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

คำนิยม

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) มีพันธกิจในการสนับสนุนทุนวิจัย การพัฒนานักวิจัย การบริหารจัดการงานวิจัย และพัฒนาระบบวิจัยของประเทศ เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปสู่สังคมฐานความรู้ (Knowledge Based Society) ในทิศทางที่จะสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนให้กับประเทศ เป้าหมายสำคัญของ สกว. ในระยะต่อไป คือการพัฒนาการบริหารจัดการการวิจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบวิจัยได้อย่างกว้างขวาง ส่งเสริมให้เกิดการเติบโตและความเข้มแข็งของระบบวิจัยโดยใช้ทักษะการบริหารจัดการเพื่อสร้างผลงานวิจัยที่มีคุณภาพสูงนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการที่มีคุณภาพทั้งในประเทศและต่างประเทศได้

สำหรับทศวรรษต่อไปของ สกว. การสังเคราะห์ความรู้จากผลงานวิจัยเป็นการบริหารจัดการความรู้ในรูปแบบหนึ่งที่ สกว. ให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการสังเคราะห์ความรู้เป็นทั้งกลไกบูรณาการระหว่างงานวิจัยเรื่องต่างๆ สาขาต่างๆ และเป็นการยกระดับการขับเคลื่อนพบจากงานวิจัยภายใต้ประเด็นวิจัยเดียวกันที่กระจัดกระจายให้มีความชัดเจน และได้ข้อสรุปเพียงพอที่จะนำไปต่อยอด และจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายอันเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยมีเส้นทางไปสู่การใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านนโยบายและด้านสาธารณะ ตลอดจนสร้างผลกระทบให้เกิดขึ้นกับสังคมในแง่มุมที่หลากหลาย

เอกสารวิชาการเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการนำผลงานการวิจัยเรื่อง “การปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน” ซึ่งเป็นงานที่ สกว. สนับสนุนทุนวิจัยให้กับ ดร.เอวดี เปรมัชฌเียร เป็นผู้ทำการศึกษาวิจัย ทั้งนี้ สกว. ได้จัดให้มีบรรณาธิการดำเนินการสังเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบของรายงานและวิธีการนำเสนอเนื้อหาในบางส่วนเสียใหม่เพื่อการเผยแพร่ให้สาธารณชนได้ใช้ประโยชน์ต่อไป

สกว. ขอแสดงความชื่นชมและขอบคุณสำนักประสานงานชุดโครงการ “งานวิจัยเชิงนโยบายเกษตรและเสริมสร้างเครือข่ายงานวิจัยเชิงนโยบาย” สถาบันคลังสมองของชาติ ภายใต้การสนับสนุนของฝ่ายเกษตร ที่รับเป็นบรรณาธิการเอกสารวิชาการเล่มนี้ โดยได้ถอดประเด็นที่สำคัญจากรายงานวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดและเนื้อหาเชิงลึกให้มาเป็นเอกสารวิชาการที่มีความกระชับ เหมาะแก่การสื่อสารต่อสังคมต่อไป



ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุทธิพันธุ์ จิตพิมลมาศ

ผู้อำนวยการ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

คำนำ

การนำพืชอาหารไปใช้เป็นพืชพลังงานมีการกล่าวถึงในวงกว้าง นับหนึ่งก็เพื่อช่วยลดการพึ่งพิงพลังงานฟอสซิลซึ่งนำเข้าจากต่างประเทศ สนับสนุนการสร้างอุปสงค์เพิ่มขึ้นของพืชอาหารที่มีคุณสมบัตินำมาใช้ในการผลิตพลังงานทดแทน และดึงราคาพืชอาหารเหล่านั้นให้ปรับตัวสูงขึ้น แม้นัยดังกล่าวจะสร้างโอกาสเชิงเศรษฐกิจต่อการประหยัดการนำเข้าพลังงานฟอสซิลและสร้างรายได้จากการปลูกพืชพลังงานทดแทนดังกล่าวให้กับเกษตรกรก็ตาม แต่อีกนัยก็คือการสร้างผลกระทบต่อโครงสร้างการผลิตทางการเกษตร ทั้งในด้านการจัดสรรทรัพยากรที่ดิน แรงงาน ทุน และปัจจัยการผลิตอื่นๆ ตลอดจนการก่อให้เกิดการขาดความสมดุลของการผลิตพืชอาหารตามมา

เนื้อหาในเล่มนี้แบ่งออกเป็น 7 บท บทเริ่มต้นได้นำเสนอประเด็นปัญหานำไปสู่การศึกษาวិชาญัตติประสงค์ การทบทวนวรรณกรรม และขั้นตอนการศึกษา ในบทที่ 2 ว่าด้วยค่าพยากรณ์อุปสงค์ความต้องการพลังงาน ทั้งพลังงานชีวภาพและพลังงานแก๊สโซฮอลล์ รวมถึงการคาดการณ์ความต้องการวัตถุดิบเพื่อการผลิตพลังงานชีวภาพ ส่วนบทที่ 3 เป็นการทบทวนสถานการณ์การผลิตพลังงานแก๊สโซฮอลล์ การใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอล และสัดส่วนในการผลิตเอทานอลตามประเภทวัตถุดิบ ตลอดจนทางเลือกเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาพลังงานแก๊สโซฮอลล์ สำหรับบทที่ 4 กล่าวถึงการสำรวจบทบาทสถานการณ์การผลิตพืชอาหารและการนำไปใช้เป็นพืชพลังงานในโครงสร้างการผลิตพืชอาหารสำคัญของไทย ในช่วงกว่าทศวรรษที่ผ่านมา รวมทั้งการเคลื่อนไหวราคาพืชอาหารและพืชที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ตลอดจนการหาความสำคัญของการกระจายพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ได้แก่ อ้อยและน้ำตาล ว่ามีการกระจายการใช้ประโยชน์ในลักษณะใด แนวโน้มเชิงรายได้ของเกษตรกรที่ปลูกพืชดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด บทที่ 5 นำเสนอกรอบแนวคิดสู่การพัฒนาแบบจำลอง บทที่ 6 นำเสนอผลการทดสอบแบบจำลอง และบทที่ 7 เป็นข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

จุดเด่นสำคัญของเอกสารชุดนี้ ก็คือ การนำเสนอหลักการของ Optimal Control Theory ด้วยวิธีการของ The Pontryagin Maximum Principle ซึ่งเป็นการวิเคราะห์หาค่าสุดขั้วในระยะเวลาที่คำนึงถึงและนำมิติด้านเวลามาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างแบบจำลอง งานชิ้นนี้ถือเป็นการสร้างต้นแบบของแบบจำลองเพื่อใช้ศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษา สามารถนำไปต่อยอดแบบจำลองให้ทันสมัย และครอบคลุมประเด็นต่างๆ เพิ่มมากขึ้นเพื่อสร้างประโยชน์ต่อไป

อนึ่ง ข้อคิดเห็นและข้อวิจารณ์ที่ปรากฏในเอกสารฉบับนี้ เป็นมุมมองเชิงวิชาการจากผู้ศึกษาวิจัย ทั้งสถาบันคลังสมองของชาติและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยมิได้มีส่วนเกี่ยวข้องใดๆ

บรรณาธิการ

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

คำนิยาม	i
คำนำ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญภาพ	vi
บทที่ 1 บทเริ่มต้น	1-1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1-2
1.2 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และวิธีการศึกษา	1-2
1.3 การทบทวนเอกสารเพื่อหาแนวคิด	1-3
บทที่ 2 พลังงานแก๊สโซฮอลล์: ค่าพยากรณ์ความต้องการ	2-1
2.1 การพยากรณ์ความต้องการพลังงานโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์จากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2-2
2.2 การพยากรณ์ความต้องการพลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร	2-3
2.3 การคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง	2-6
2.4 การคาดการณ์ความต้องการมันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาล	2-7
บทที่ 3 พลังงานทางเลือกเอทานอลของไทย: สถานภาพการผลิต	3-1
3.1 พืชพลังงาน : ทางที่ถูกเลือก	3-1
3.2 พืชพลังงาน : ขยายการผลิตจากแรงผลักดัน	3-4
3.3 พืชพลังงาน : บทบาทภาคเกษตรและภาคพลังงาน	3-5
3.4 ทางเลือกเชิงนโยบาย : สถานการณ์ที่ผ่านมา	3-6
บทที่ 4 พืชพลังงานและพืชอาหารในภาคการเกษตรไทย	4-1
4.1 การสำรวจบทบาทพืชพลังงานในโครงสร้างการผลิตพืชของไทย	4-1
4.2 ทิศทางโครงสร้างการผลิตพืช : พืชอาหารและพืชอาหารที่ใช้เป็นพืชพลังงาน	4-2
4.3 โครงสร้างพืชอาหารที่เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์	4-5
4.4 พืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน : การกระจายของผลผลิต	4-7
บทที่ 5 การพัฒนาแบบจำลอง	5-1
5.1 กรอบแนวคิดการสร้างแบบจำลอง (Framework of the Model)	5-3
5.2 โครงสร้างแบบจำลอง (Structural of the Model)	5-3
บทที่ 6 การทดสอบแบบจำลอง	6-1
6.1 ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค	6-1
6.2 ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค	6-22
บทที่ 7 บทสรุปและเสนอแนะ	7-1
7.1 สรุปผลการปรับตัวภาคเกษตรไทย	7-4
7.2 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา	7-5
7.3 การต่อยอดข้อความรู้หากจะมีการศึกษาต่อไป	7-6
บรรณานุกรม	ผ-1

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	ผลการคำนวณหาอุปสงค์พลังงานด้วยอัตราการเจริญเติบโตที่ได้จากงานวิจัยต่างๆ	2-5
ตารางที่ 2.2	การคำนวณค่าสัดส่วนปริมาณการใช้เชื้อเพลิงต่อพลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมด	2-6
ตารางที่ 2.3	ค่าคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 ของกรณี สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายคงที่	2-7
ตารางที่ 2.4	ปริมาณการใช้น้ำมันสำหรับห้อย และกากน้ำตาลในกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2	2-8
ตารางที่ 3.1	ปริมาณการผลิตแก๊สโซฮอล์และเอทานอล	3-2
ตารางที่ 3.2	ปริมาณการผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง	3-3
ตารางที่ 3.3	ปริมาณการใช้วัตถุดิบกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง ในการผลิตเอทานอล	3-4
ตารางที่ 3.4	ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์และเอทานอล	3-5
ตารางที่ 3.5	สัดส่วนการผลิตเอทานอลเปรียบเทียบกับสินค้าเกษตรและพลังงาน	3-5
ตารางที่ 4.1	พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารบางชนิดและพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ปีพ.ศ. 2539-2554	4-3
ตารางที่ 4.2	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชอาหารบางชนิดและพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ปีพ.ศ. 2539-2554	4-4
ตารางที่ 4.3	ราคาฟาร์มที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาปีพ.ศ. 2539-2554	4-5
ตารางที่ 4.4	การเปลี่ยนแปลงราคาฟาร์มที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยและราคาที่แท้จริงปีพ.ศ. 2547- 2554	4-5
ตารางที่ 4.5	การกระจายผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยในภาพรวมทั้งเพื่อการใช้ในประเทศและ การแปรรูปเพื่อส่งออก	4-7
ตารางที่ 4.6	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังและอ้อยในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539- 2554	4-9
ตารางที่ 4.7	การส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังปีพ.ศ. 2550-2554	4-10
ตารางที่ 4.8	การส่งออกผลิตภัณฑ์กากน้ำตาลปีพ.ศ. 2550-2554	4-11
ตารางที่ 5.1	สัญลักษณ์ของตัวแปรและคำอธิบายตัวแปรในแบบจำลอง	5-24
ตารางที่ 6.1	ค่าประมาณระบบสมการพื้นที่เพาะปลูกพืช	6-4
ตารางที่ 6.2	ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่	6-6
ตารางที่ 6.3	ค่าประมาณสมการอุปสงค์มันสำปะหลัง	6-7
ตารางที่ 6.4	ค่าประมาณสมการอุปสงค์อ้อย	6-8
ตารางที่ 6.5	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าว	6-9
ตารางที่ 6.6	ค่าประมาณสมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	6-10
ตารางที่ 6.7	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ข้าวฟ่าง	6-11
ตารางที่ 6.8	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์ถั่ว	6-12
ตารางที่ 6.9	ค่าประมาณระบบสมการอุปสงค์สับปะรด	6-12
ตารางที่ 6.10	ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ	6-14
ตารางที่ 6.11	ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีปกติ	6-14
ตารางที่ 6.12	ค่าคาดการณ์อุปสงค์เอทานอลในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	6-15

ตารางที่ 6.13 ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอล ปี พ.ศ. 2555-2564	6-16
ตารางที่ 6.14 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 1	6-17
ตารางที่ 6.15 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น กรณีจำลองที่ 1	6-17
ตารางที่ 6.16 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2	6-18
ตารางที่ 6.17 ค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 2	6-18
ตารางที่ 6.18 เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 1	6-19
ตารางที่ 6.19 เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 2	6-20
ตารางที่ 6.20 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง	6-23
ตารางที่ 6.21 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองใน Steady State	6-25
ตารางภาคผนวกที่ 1 สรุปข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง	ผ-10
ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณความต้องการใช้พืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นในด้านต่างๆ	ผ-12
ตารางภาคผนวกที่ 3 พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554	ผ-16
ตารางภาคผนวกที่ 4 ราคาที่เกษตรกรได้รับของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น .ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554	ผ-17
ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าประมาณสมการราคาขายส่ง ราคาส่งออก ราคานำเข้าด้วยวิธี ARMA+trend	ผ-18
ตารางภาคผนวกที่ 6 ราคาขายส่ง ราคาส่งออก และราคานำเข้าของพืชไร่และผลิตภัณฑ์ ในช่วงปี พ.ศ. 2534-2554	ผ-20

สารบัญภาพ

ภาพที่ 4.1	สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหารปีพ.ศ. 2539-2546 และ ปีพ.ศ. 2547-2554	4-2
ภาพที่ 4.2	โครงสร้างการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์	4-6
ภาพที่ 4.3	แนวโน้มปริมาณการใช้วัตถุดิบมันเส้นในการผลิตอาหารสัตว์	4-6
ภาพที่ 4.4	ทิศทางราคามันสำปะหลังปีพ.ศ. 2530-2554 (ซ้าย) และทิศทางราคาอ้อยปี พ.ศ. 2530-2554 (ขวา)	4-8
ภาพที่ 4.5	ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554	4-8
ภาพที่ 4.6	พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ปี พ.ศ. 2538 – 2554	4-9
ภาพที่ 4.7	แนวโน้มรายรับสุทธิของเกษตรกร ปี พ.ศ. 2540 - 2554	4-11
ภาพที่ 5.1	กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAC	5-2
ภาพที่ 5.2	แผนผังขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจุลภาค	5-30
ภาพที่ 6.1	ความสัมพันธ์ระหว่าง $k(t)$ และ $\lambda(t)$	6-27
ภาพที่ 6.2	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดใน ช่วงเวลา 50 ปี	6-27
ภาพที่ 6.3	แสดงการเปลี่ยนแปลงในการผลิตมันสำปะหลัง (ซ้าย) และการผลิตอ้อย (ขวา)	6-28
ภาพที่ 6.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (ซ้าย) และการนำเข้า พลังงานจากต่างประเทศ (ขวา)	6-28
ภาพที่ 6.5	แสดงการสะสมทุนเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มัน สำปะหลัง (ขวาบน) อ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	6-29
ภาพที่ 6.6	แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้แรงงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มันสำปะหลัง (ขวาบน) อ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	6-30
ภาพที่ 6.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (บน) มันสำปะหลัง (ซ้ายล่าง) และอ้อย (ขวาล่าง)	6-31
ภาพที่ 6.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ซ้ายบน) มันสำปะหลัง (ขวาบน) อ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)	6-32
ภาพที่ 6.9	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอนาคต	6-33
ภาพที่ 6.10	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชพลังงานและพืชอาหารในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	6-35
ภาพที่ 6.11	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชอาหารสัตว์ในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	6-36
ภาพที่ 6.12	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	6-37
ภาพที่ 6.13	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรายได้ภาคการเกษตรของพืชในช่วงปี พ.ศ. 2555-2564	6-38

บทเริ่มต้น

การผลิตพลังงานชีวภาพทดแทนพลังงานจากฟอสซิล โดยนำพืชอาหารมาใช้ในการผลิตพลังงานชีวภาพของหลายประเทศรวมถึงของประเทศไทยนั้น ได้ส่งผลต่อการนำพืชอาหารบางชนิดที่เป็นพืชอาหารหลัก เช่น อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวโพด และพืชอื่นๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ซึ่งเป็นพลังงานชีวภาพ เรามักจะเรียกพืชในกลุ่มนี้อีกหนึ่งว่าเป็นพืชพลังงาน เพราะนอกจากจะเป็นพืชอาหารแล้วยังมีคุณสมบัติต่อการนำไปผลิตเป็นส่วนประกอบของพลังงานชีวภาพ การที่พืชในกลุ่มนี้มีอุปสงค์เพิ่มขึ้นในขนาดจากการใช้เป็นพืชพลังงาน อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านราคาและสร้างผลกระทบสืบเนื่องไปสู่การเปลี่ยนแปลงในด้านการใช้ที่ดินและโครงสร้างของภาคเกษตรในอนาคตตามมา

การอภิปรายผลกระทบทั้งด้านบวกและลบของการผลิตพืชพลังงาน โดยเฉพาะประเด็นระหว่าง “อาหารและพลังงาน” เป็นผลมาจากพืชพลังงานส่วนหนึ่งก็คือพืชที่ใช้เป็นอาหารหลัก เช่น อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพด เมื่อมีการนำพืชดังกล่าวมาเป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตพลังงานจำนวนมาก ก็จะสร้างผลกระทบต่อการแย่งชิงการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ เช่น ที่ดิน แหล่งน้ำ แรงงานและทรัพยากรอื่นๆ เฉกเช่นเดียวกับการผลิตพืชที่ใช้เป็นอาหาร อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อการปรับตัวด้านราคาของพืชเหล่านั้นตามมาด้วย แม้พืชพลังงานจะมีประโยชน์ในแง่ช่วยลดการพึ่งพาพลังงานฟอสซิลและการนำเข้าน้ำมันของประเทศ ก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชทดแทน สร้างรายได้แก่เกษตรกร รวมถึงลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมได้อีกทางหนึ่ง จนมาสู่ความพยายามในการหาคำตอบจากหน่วยงานและนักเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง พบว่า อุตสาหกรรมการผลิตพืชพลังงานขนาดใหญ่ทำให้ราคาอาหารสูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อประชากรที่ยากจนทั่วโลก (UN-Energy, 2007) โดยราคาอาหารที่สูงขึ้นมีผลให้ราคาอาหารที่นำเข้าในประเทศ

กำลังพัฒนาสูงขึ้นถึงร้อยละ 10 ประเทศกำลังพัฒนาจึงลดการนำเข้าสินค้าอาหารลง ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านอาหารของประเทศเหล่านั้น (Rosen and Shapouri, 2008) ดังนั้น ประเด็น “อาหารและพลังงาน” ได้กลายเป็นความขัดแย้งในระดับสากลที่ทุกประเทศต่างมีส่วนเกี่ยวข้องและให้ความสนใจ เนื่องจากการนำทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตอาหารเพื่อไปผลิตพืชพลังงานนั้นส่งผลกระทบต่อประชากรทั้งในระดับประเทศและระดับโลก

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ภาคการเกษตรของไทยมีองค์ประกอบในการใช้ปัจจัยการผลิตทั้งที่ดิน แรงงาน และทุน เพื่อกิจกรรมการผลิตพืชและสัตว์อย่างหลากหลาย การเกษตรเป็นทั้งที่มาของสินค้าเกษตรและแปรรูปส่งออก เป็นแหล่งประกอบอาชีพของประชากรในประเทศจำนวนมาก อีกทั้งเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของประชากรทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อนาคตอันใกล้นี้ หากสถานการณ์ด้านความต้องการพลังงานของประเทศเปลี่ยนแปลงไป อันเนื่องมาจากการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้แก๊สโซฮอลล์ซึ่งมีส่วนผสมของเอทานอล สถานการณ์ดังกล่าวจะกระตุ้นให้การผลิตพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานทดแทนเกิดการขยายตัวในลักษณะใด และจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของภาคการเกษตรไทยอย่างไร ในการตอบคำถามดังกล่าว การศึกษานี้จึงได้พัฒนาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนของภาคการเกษตรไทย เพื่อใช้อธิบายผลการขยายตัวของความต้องการพลังงานทดแทนต่อภาคการเกษตรไทย โดยพยากรณ์และหาแนวโน้มการผลิตพืชอาหารหลักและพืชอาหารที่นำไปใช้เป็นพืชพลังงาน รวมทั้งผลกระทบด้านราคาและรายได้ ตลอดจนด้านต้นทุนอาหารสัตว์ ทั้งนี้เพื่อเป็นกรอบข้อความรู้ในการวางแผนการจัดการในภาคการเกษตรและการผลิตพืชต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ ขอบเขต และวิธีการศึกษา

เพื่อตอบโจทย์ประเด็นคำถามข้างต้น การศึกษาในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ซึ่งประกอบด้วย

- 1) สร้างข้อความรู้ในประเด็นด้านความต้องการพืชพลังงานและการปรับตัวของภาคการเกษตรไทย นับจากมีการผลิตพืชพลังงานชีวภาพจากพืชอาหาร
- 2) จัดทำแบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางสำหรับอธิบายการเปลี่ยนแปลงด้านการผลิตและการจัดสรรทรัพยากรในภาคการเกษตรของไทยที่จะเกิดขึ้นหากมีการขยายแผนผลิตพืชพลังงาน
- 3) นำเสนอการคำนวณผลกระทบจากการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตรไทยและการปรับตัว พร้อมข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อหามาตรการสร้างความสมดุลในการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

เนื้อหาและขอบเขตการศึกษาให้ความสำคัญกับพืชพลังงานสองชนิด คือ **อ้อยและมันสำปะหลัง** ที่ใช้สำหรับการผลิตเอทานอลในประเทศไทย ส่วนข้าวโพดนั้นยังไม่มีแผนนำมาใช้เพื่อการผลิตเอทานอลเหมือนในต่างประเทศ

การศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2540-2554 เป็นหลัก เพื่อวิเคราะห์ถึงสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในภาคการเกษตรทั้งก่อนและหลังจากการผลิตเอทานอลในประเทศไทย รวมทั้งนโยบายภาครัฐด้านพลังงานชีวภาพที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์แบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้น ส่วนข้อมูลปฐมภูมิเป็นการจัดเก็บโดยใช้แบบสอบถามจากเกษตรกร หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับภูมิภาคและระดับประเทศ

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ โดยการวิเคราะห์เพื่อหาดุลยภาพทั้งทางด้านอุปสงค์และอุปทานแต่ละระบบของพืชแต่ละชนิด ในรูปแบบของ 2SLS (Two Stage Least Squares) ในส่วนการหาดุลยภาพของระบบพืชทุกชนิดวิเคราะห์โดยใช้ Simulation เพื่อหาดุลยภาพของระบบ หลังจากได้วิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติแล้ว 2) การวิเคราะห์เชิงพลวัต (Dynamic) ด้วยหลักการของ Optimal Control Theory ตามวิธีการของ The Pontryagin Maximum Principle (Leonard and Van Long, 1992) เพื่อหาความสมดุลในระยะยาว (Stationary State) ของการผลิต การบริโภคสินค้าเกษตร และการใช้ทรัพยากรในภาคการเกษตรไทย

1.3 การทบทวนเอกสารเพื่อหาแนวคิด

การทบทวนเอกสารในที่นี้จะแบ่งออกเป็นสามส่วน กล่าวคือ ส่วนแรกนำเสนอข้อมูลผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตร ส่วนที่สองเป็นการนำเสนอลักษณะแบบจำลองที่มีผู้ใช้ในการวิเคราะห์และการอธิบายผลกระทบ และส่วนที่สามเป็นการทบทวนประเด็นด้านนโยบายในต่างประเทศที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานชีวภาพ

1.3.1 ผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานต่อภาคการเกษตร

การศึกษาผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานต่อภาคการเกษตร ส่วนมากเป็นการศึกษาผลกระทบจากการขยายการผลิตพืชพลังงาน อาทิ UN-Energy (2007), USDA (2006), FAO (2008) และ FAO (2011) ได้ชี้ว่าการขยายการผลิตพืชพลังงานมีผลต่อการกระตุ้นทางเศรษฐกิจและรายได้แก่เกษตรกร ลดภาวะความยากจน ราคาผลผลิตทางการเกษตรสูงขึ้น เกษตรกรได้ผลตอบแทนมากขึ้น มีการลงทุนใช้ที่ดินเพิ่มขึ้น ลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ มีการผลิตและใช้พลังงานสะอาดเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันการขยายการผลิตพืชพลังงานก็ได้ส่งผลกระทบอย่างกว้างขวาง โดยเป็นสาเหตุให้ราคาอาหารสูงขึ้น เนื่องจากการแข่งขันใช้ปัจจัยการผลิตร่วมกัน การขยายพื้นที่การผลิตจากการทำลายป่าไม้หรือเปลี่ยนการปลูกพืชชนิดอื่นมาปลูกพืชพลังงาน อีกทั้งยังส่งผลให้ต้นทุนการผลิตทางการเกษตรอื่นๆ ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น คุณภาพดินเสื่อมโทรมลงอันเป็นผลจากการเพาะปลูกแบบเข้มข้น (Intensive) เกิดการเปลี่ยนแปลงจากระบบการปลูกพืชผสมผสานมาเป็นรูปแบบการปลูกพืชเชิงเดี่ยวขนาดใหญ่ Westcott (2007), Baker, Hayes, and Babcock (2008), Susanto, Rosson and Hudson (2008), Malcolm, Aillery, and Weinberg (2009) ได้ชี้ให้เห็นกันว่า การขยายการผลิตพืชพลังงานที่ใช้สำหรับการผลิตเอทานอล มีผลต่อการแข่งขันการใช้ที่ดิน การปรับตัวสูงขึ้นของราคาพืชพลังงานชนิดอื่นๆ รวมถึงราคาพืชทดแทนด้วยเช่นกัน

ด้านความสัมพันธ์ของราคาพลังงานกับการตัดสินใจผลิตพืชพลังงาน Chakravorty, Magné and Moreaux (2008) พบว่า มีการจัดสรรที่ดินไปใช้ผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้นเมื่อราคาพลังงานสูงขึ้น และที่ดินที่เคยใช้ผลิตอาหารจะเปลี่ยนมาใช้เพื่อผลิตพืชพลังงานแทน ในกรณีข้าวโพด Koo and Taylor (2008) ได้ชี้ว่าราคาข้าวโพดเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการผลิตเอทานอล ส่งผลต่อโครงสร้างในอุตสาหกรรมข้าวโพด แม้การผลิตข้าวโพดจะเพิ่มขึ้น แต่ภาคการส่งออกข้าวโพดกลับลดลง ส่งผลให้การผลิตปศุสัตว์ลดลงเนื่องจากอาหารสัตว์มีราคาแพงขึ้น ราคาพืชอื่นๆ เช่น ถั่วเหลือง ธัญญาพืช รวมทั้งราคาอาหารที่ทำจากข้าวโพดก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย

สรุปว่า ปรากฏการณ์จากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานทดแทนที่ผ่านมาได้ส่งผลกระทบต่อภาคเกษตร

ทั้งในด้านการจัดสรรการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน ราคาพืช รวมทั้งต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ ซึ่งเป็นผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตร

1.3.2 ข้อสรุปจากการทบทวนแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การวางแผนการผลิตพืชพลังงานและผลกระทบทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้น

Witzke et al. (2010) ได้นำเสนอว่า รูปแบบจำลองที่ใช้ศึกษาหาผลกระทบจากการขยายการผลิตพืชพลังงานต่อประเด็นด้านเศรษฐกิจนั้น มีทั้งแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนและแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป ทั้งนี้ **แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน** มีลักษณะการใช้เพื่อศึกษาเฉพาะส่วนหนึ่งส่วนใดในระบบเศรษฐกิจ เช่น แบบจำลอง FAPRI-International Ethanol Model ออกแบบโดย The Food and Agricultural Policy Research Institute ภายใต้การดำเนินโครงการร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยไอโอวาและมหาวิทยาลัยมิชิแกน-โคลอมเบีย ซึ่งเป็นแบบจำลองด้านพลังงานที่ใช้ตรวจสอบและวางแผนการผลิต การใช้สต็อก ราคา และการค้าเอทานอลในหลายประเทศและหลายภูมิภาคของโลก อีกทั้งยังได้นำแบบจำลองนี้ไปใช้ในการประเมินอุปทานอุปสงค์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อโอกาสและรูปแบบทางการค้าทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในกลุ่มการค้าต่างๆ ทั้งในและนอกประเทศยุโรป ประเทศที่สำคัญ เช่น จีนและอินเดีย เป็นต้น แบบจำลอง ESIM หรือ European Simulation Model ใช้สำหรับวิเคราะห์เพื่อวางแผนการผลิตและการบริโภคสินค้าเกษตรในสหภาพยุโรปและกลุ่มสมาชิก ทั้งนี้เพื่อตรวจหาผลกระทบด้านราคาสินค้าเกษตรและปัจจัยการผลิต หากมีเป้าหมายการนำพืชอาหารไปใช้เป็นพืชพลังงานเพิ่มขึ้น¹ แบบจำลอง AGLINK-COSIMO เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดย OECD และ FAO เพื่อใช้วิเคราะห์ประเมินและวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์เชื้อเพลิงชีวภาพในยุโรปจะมีผลกระทบต่อความต้องการวัตถุดิบพืชพลังงานและการขยายตัวของพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานอย่างไร² เป็นต้น

ด้านแบบจำลองดุลยภาพทั่วไป ศึกษาครอบคลุมทั้งระบบเศรษฐกิจเป็นสำคัญ เช่น แบบจำลอง LEITAP พัฒนาขึ้นโดย The Agricultural Economic Research Institute (LEI) ภายใต้ Global Trade Analysis Project (GTAP) แบบจำลองดังกล่าวคือแบบจำลองที่ครอบคลุมระบบเศรษฐกิจใน 57 ภูมิภาคโลก ประกอบด้วย หมวดพืชที่สำคัญ หมวดปศุสัตว์ และหมวดอาหาร แบบจำลอง LEITAP มีการนำไปประยุกต์ใช้โดย Banse et al (2008) ในการวิเคราะห์หาผลกระทบจากนโยบายพลังงานชีวภาพในยุโรปและแนวโน้มราคาสินค้า อีกทั้ง Tebeau et al. (2009) ได้ชี้ว่ามาตรการ EU Biofuel Directive ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตและการใช้ที่ดินจากอุปสงค์พลังงานชีวภาพที่เพิ่มขึ้น และยังส่งผลกระทบทางอ้อมต่ออุปทานธัญพืช Rapeseed และน้ำตาล สำหรับการผลิตและการบริโภคผลิตภัณฑ์สินค้าเกษตรอื่นๆ นั้น พบว่าได้รับผลกระทบในวงแคบ นอกจากนี้ยังมีแบบจำลองด้านพลังงาน เช่น แบบจำลอง POLES และ PRIMES³ ได้สรุปประเภทวัตถุดิบประเภท พืชที่ใช้ในการวิเคราะห์ องค์ประกอบของแบบจำลอง รวมทั้งสินค้าเกษตรและพลังงานที่ครอบคลุมไว้ในตารางผนวกที่ 1

¹ <http://www.agrilife.jrc.ec.europa.eu/ESIM.htm>

² <http://www.oecd.org/oecd-faoagriculturaloutlook-tools.htm>

³ ผู้ที่สนใจแบบจำลองติดตามรายละเอียดได้จาก เออวดี เปรมัษเฐียร และคณะ (2556) “การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน” รายงานฉบับสมบูรณ์ นำเสนอต่อ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

1.3.3 ข้อสรุปจากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพ

นโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพทั้งในสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และบราซิล นับเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์และสะท้อนให้เห็นการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชในแต่ละภูมิภาคต่างก็มีมาตรการที่แตกต่างกัน อาทิ การบริโภคหรือการออกคำสั่ง การจูงใจทางภาษี และการปกป้องการนำเข้าเพื่อส่งเสริมการผลิตภายในประเทศ รวมทั้งการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ

ในสหภาพยุโรปนั้น มีนโยบายสนับสนุนเชื้อเพลิงชีวภาพอย่างชัดเจน มีการส่งเสริมการผลิต การใช้พลังงานทดแทน โดยเฉพาะเชื้อเพลิงชีวภาพเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม การใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในภาคคมนาคมมีความแตกต่างอย่างมากระหว่างประเทศสมาชิกในสหภาพยุโรป เช่น นโยบายปลอดภาษีไบโอดีเซลบริสุทธ์จนถึงปี 2004 ของเยอรมนี ทำให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน มีการเก็บภาษีในอัตราต่ำจากการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมัน และไม่มีการเก็บค่าสัมปทานเชื้อเพลิงชีวภาพ ในสหราชอาณาจักรพบว่า ช่วงก่อนปี 2002 ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพอย่างเดียวที่ไม่มีการเก็บค่าสัมปทาน ต่อมาในปี 2005 จึงได้รวมเอทานอลเข้าไปด้วย ส่วนสหภาพยุโรปได้มีการกำหนดเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพรวมกันในปี 2003 เรียกว่า The EU Directive 2003 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงสำหรับการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพในประเทศสมาชิก โดยตั้งเป้าหมายการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพไว้ที่ร้อยละ 2 ของปริมาณน้ำมันปิโตรเลียมและไบโอดีเซลที่ใช้ในภาคคมนาคมภายในปี 2005 และร้อยละ 5.75 ภายในปี 2010 นอกจากนี้ สหภาพยุโรปยังทดลองใช้มาตรการระดับฟาร์ม คือ การอนุญาตให้ปลูกพืชพลังงานในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ให้ และจ่ายเงินอุดหนุนต่อพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด แต่ 2 มาตรการนี้ได้ยกเลิกไปในภายหลัง (Miranda, Swinbank and Yano, 2011)

ปัจจุบันสหภาพยุโรปได้กำหนดเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนคิดเป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในสหภาพยุโรปภายในปี 2020 ตามข้อตกลง The Renewable Energy Directive 2009 ซึ่งกำหนดว่าภายในปี 2020 แต่ละประเทศสมาชิกจะต้องมีสัดส่วนขั้นต่ำของการใช้พลังงาน Renewable อยู่ที่ร้อยละ 10 ของการใช้พลังงานในภาคขนส่ง (Dixon-Declève, 2012) ขณะเดียวกันการดำเนินนโยบายของสหภาพยุโรปยังประสบความล่าช้าและยังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ เนื่องจากการแก้ไขปัญหาของภาครัฐไม่จริงจัง ประกอบกับเกิดคำวิพากษ์วิจารณ์ถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น อาทิ การเปลี่ยนแปลงทางอ้อมของการใช้ที่ดิน การลดก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas : GHG) ได้ไม่มากนัก รวมถึงความเป็นไปได้จากผลกระทบต่อราคาอาหาร (Amezaga, Boyes and Harrison, 2010)

ในสหรัฐอเมริกา นโยบายเกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวภาพส่วนใหญ่เน้นไปที่การผลิตเอทานอลจากข้าวโพด ไบโอดีเซลจากถั่วเหลือง และเชื้อเพลิงชีวภาพบางชนิดที่ได้รับการสนับสนุน เอทานอลเป็นพลังงานทดแทนที่ได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากภาครัฐ เนื่องจากราคาน้ำมันเบนซินสูงขึ้น และการห้ามใช้ Methyl Tertiary-Butyl Ether (MTBE) เป็นสารเพิ่มออกซิเจน เนื่องจากเกิดความกังวลเรื่องการปนเปื้อนของแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2011 สหรัฐอเมริกานับเป็นประเทศผู้นำในการผลิตเอทานอล คิดเป็นปริมาณมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณการผลิตโลก นโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพของสหรัฐอเมริกาจึงมีผลกระทบอย่างมากต่อทั้งตลาดเอทานอลและตลาดข้าวโพดโลก (Miranda, Swinbank and Yano, 2011)

มาตรการด้านนโยบายที่สหรัฐอเมริกานำมาใช้เพื่อส่งเสริมการใช้เอทานอลจากข้าวโพด ได้แก่ 1) การอุดหนุนการผลิตเอทานอล (Blenders' Tax Credits) โดยผู้ผลิตสามารถเรียกเงินอุดหนุนสำหรับการผสมเชื้อเพลิงชีวภาพกับน้ำมันปิโตรเลียมได้ 2) การกีดกันการนำเข้า (Import Tariffs) เพื่อส่งเสริมการใช้เอทานอลภายในประเทศ โดยเก็บภาษีแบบ Ad Valorem MFN Tariff ในอัตราร้อยละ 2.5 และเก็บภาษีแบบ Specific Tariff ในอัตรา 54 เซ็นต์ต่อแกลลอนในประเทศแถบแคริบเบียน ภายใต้ข้อตกลงร่วมกัน ในเดือนธันวาคม 2010 ได้ออกกฎหมายการจ่ายคืนภาษีสรรพสามิต โดยจ่ายคืนเงินภาษีในอัตรา 45 เซ็นต์ต่อแกลลอนสำหรับเอทานอล และ 1 ดอลลาร์ต่อแกลลอนสำหรับไบโอดีเซล รวมถึงภาษี Specific Tariff สำหรับการนำเข้าเอทานอล และ 3) การออกคำสั่ง (Mandates) The Renewable Fuel Standard (RFS) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นเป็นครั้งแรกโดย The Energy Policy Act 2005 และขยายต่อเนื่องโดย The Energy Independence and Security Act 2007 ซึ่งเป็นกฎหมายกำหนดระดับการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพขั้นต่ำจนถึงปี 2022 ถึงแม้ว่าจะไม่มีการออกกฎหมายพิเศษเกี่ยวกับการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดก็ตาม (Moschini, Cui, and Lapan, 2012)

ในอนาคต The Renewable Fuel Standard (RFS) ได้กำหนดเป้าหมายให้ปริมาณเชื้อเพลิง Renewable เพิ่มขึ้นอย่างมีเสถียรภาพจาก 14 พันล้านแกลลอนในปี 2011 เป็น 36 พันล้านแกลลอนในปี 2022 (Moschini, Cui, and Lapan, 2012) ในจำนวนนี้ได้รวมปริมาณเชื้อเพลิงชีวภาพจากเซลลูโลซิกไว้ด้วย ในระยะยาวสถานการณ์เชื้อเพลิงชีวภาพของสหรัฐอเมริกายังคงไม่แน่นอน เนื่องจากผลกระทบการผลิตเอทานอลจากข้าวโพดต่อราคาอาหารได้กลายมาเป็นประเด็นขัดแย้ง แรงกดดันดังกล่าวเริ่มมีมากขึ้นเรื่อยๆ และต้องการให้ยกเลิกการจ่ายเงินอุดหนุน นับเป็นหนึ่งในมาตรการที่ทำให้งบประมาณขาดดุล ทั้งยังเกิดแรงกดดันให้ลดหรือยกเลิกการกีดกันการนำเข้า รวมถึงความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas : GHG) ที่ลดลงสุทธิจากการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพ (Yano, Blandford and Surry, 2010)

บราซิลถือเป็นประเทศที่ประสบความสำเร็จมากที่สุดในการผลิตและใช้เชื้อเพลิงชีวภาพจากอ้อย ทั้งการผลิต Hydrated Ethanol และ Anhydrous Alcohol การพัฒนาอุตสาหกรรมเอทานอลในบราซิลเริ่มในปี 1933 ตั้งแต่ The Institute of Sugar and Alcohol (IAA) ก่อตั้งขึ้น ต่อมาในปี 1975 The National Program of Alcohol (Proalcool) ได้ส่งเสริมการผลิตพลังงานภายในประเทศและลดการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียม Proalcool ทำหน้าที่สนับสนุนผู้ผลิตเอทานอลและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมเอทานอลมากกว่า 15 ปี ในขณะที่อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอลในบราซิลดำเนินการมากกว่า 30 ปี ช่วงระยะเวลาดังกล่าวบราซิลประสบกับอุปสรรคจำนวนมาก กว่าที่จะประสบความสำเร็จ เช่น ในกรณีของบราซิลกลายเป็นตัวอย่างของการพัฒนาในหลายๆ ประเทศ จากการที่รัฐบาลบราซิลมีนโยบายและใช้มาตรการต่างๆ อย่างจริงจัง แสดงให้เห็นถึงความพยายามและความต่อเนื่องที่จะสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมเอทานอลอย่างแท้จริง มาตรการที่สำคัญก็คือ การออกคำสั่งเกี่ยวกับการผสม Anhydrous Ethanol กับน้ำมันเบนซิน นับตั้งแต่ช่วงต้นปี 1990 สัดส่วนการผสมเอทานอลกับน้ำมันเบนซินกำหนดอยู่ที่ร้อยละ 20-25 และอีกหนึ่งมาตรการสำคัญคือ การเก็บค่าบริการน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งเอทานอลได้รับการยกเว้น โดยการจัดเก็บค่าบริการมีอัตราการจัดเก็บที่แตกต่างกัน เพื่อต้องการลดผลกระทบราคาน้ำมันในตลาดโลกที่มีต่อตลาดพลังงานภายในประเทศ ในอนาคتبราซิลยังได้พิจารณาความเป็นไปได้ที่จะขยายการผลิตเอทานอลจากน้ำตาล แม้ว่า การขยายการผลิตจะได้รับอิทธิพลจากราคาพลังงาน และการจัดหาแหล่งเงินทุน โดยเอทานอลจากน้ำตาลมีความแตกต่างจากเอทานอลที่ผลิตจากข้าวโพด การใช้ข้าวโพดจะทำให้เกิดผลกระทบต่อราคาอาหาร แต่การ

ใช้น้ำตาลเป็นวัตถุดิบจะมีปัญหาที่เกี่ยวข้องน้อยกว่า (Teixeira de Seousa et al, 2008)

จะเห็นได้ว่า นโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพของทั้ง 3 ประเทศดังกล่าวล้วนมีบทบาทสำคัญต่อการกำหนดทิศทางของตลาดเอทานอลโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกา สำหรับบราซิลนั้นมีความได้เปรียบในการส่งออกเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำ แม้จะต้องเผชิญกับมาตรการกีดกันการนำเข้าก็ตาม ก้าวต่อไปของเชื้อเพลิงชีวภาพในสหภาพยุโรปและสหรัฐอเมริกายังคงมีการถกเถียงเรื่องผลประโยชน์ที่ได้จากการนำพืชอาหารมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ และเกิดความกังวลเกี่ยวกับประสิทธิภาพการดำเนินนโยบายเชื้อเพลิงชีวภาพในปัจจุบันซึ่งมีอนาคตที่ไม่แน่นอน

ในบทต่อไปจะนำเสนอค่าพยากรณ์พลังงานทั้งจากงานศึกษาวิจัยที่ผ่านมา และจากสมการประมาณค่า เพื่อใช้เป็นข้อความรู้สำหรับการพยากรณ์ความต้องการพลังงานเอทานอล รวมทั้งพืชพลังงานที่จะใช้เป็นวัตถุดิบตามสถานการณ์ทางเลือกต่างๆ

พลังงานแก๊สโซฮอลล์ : ค่าพยากรณ์ความต้องการ

ในบทนี้จะได้นำเสนอค่าพยากรณ์ความต้องการพลังงานแก๊สโซฮอลล์ จากค่าการพยากรณ์อุปสงค์พลังงาน โดยใช้แบบจำลองที่มีผู้ศึกษาไว้และจากการสร้างสมการประมาณค่าอุปสงค์พลังงาน ในการนำค่าพยากรณ์มาใช้จะพิจารณาคัดเลือกค่าพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด นำมาใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับการจำแนกสัดส่วนการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงเบนซินประเภทต่างๆ และน้ำมันแก๊สโซฮอลล์จากปริมาณพลังงานขั้นสุดท้าย เพื่อนำไปคำนวณหาอุปสงค์ต่อเนื่องของพืชพลังงานต่อไป

การคาดการณ์ความต้องการพลังงานจะอยู่บนพื้นฐานข้อมูลการใช้พลังงานที่ผ่านมาในอดีต การพยากรณ์อุปสงค์พลังงานในที่นี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน กล่าวคือ ส่วนหนึ่งเป็นการพยากรณ์ความต้องการพลังงานจากสมการประมาณค่าที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว และส่วนที่สอง ได้สร้างสมการประมาณค่าขึ้น โดยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร (Multiple Regression Analysis) ก่อน แล้วใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่คำนวณได้จากสมการประมาณค่ามาใช้พยากรณ์ความต้องการพลังงาน พร้อมกับการเปรียบเทียบค่าที่ได้รับเพื่อคัดเลือกค่าพยากรณ์ที่ทดสอบแล้วว่ามีคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดไปใช้ประโยชน์ในการคำนวณส่วนอื่นๆ ต่อไป

2.1 การพยากรณ์ความต้องการพลังงานโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์จากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพยากรณ์อุปสงค์พลังงาน โดยอาศัยผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต มาทำการคัดเลือกพิจารณาจากค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องในสมการ การคำนวณค่าความผิดพลาด การเปรียบเทียบค่าผิดพลาดของแต่ละผลพยากรณ์ รวมถึงการคัดเลือกผลพยากรณ์ที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นตัวแทนความต้องการพลังงานของประเทศไทย ในงานวิจัยที่ผ่านมา มีค่าผลการพยากรณ์อุปสงค์พลังงานสรุปได้ดังนี้

Trisarn (2001) ได้คาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตความต้องการพลังงานของไทยในอีก 30 ปี ข้างหน้า โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตเศรษฐกิจของประเทศไทยกับอัตราการขยายตัวด้านความต้องการพลังงาน ทั้งนี้ได้คาดการณ์ไว้ในทุกๆ 5-6 ปี ตั้งแต่ปีค.ศ. 2001-2030 โดยมีค่าอัตราการเติบโตของพลังงานเฉลี่ยร้อยละ 4 ในช่วงปีค.ศ. 2001-2005 และเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2006-2010 หลังจากการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานได้ปรับตัวลงอย่างต่อเนื่องเป็นร้อยละ 4 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2011-2015 ร้อยละ 3 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2016-2020 ร้อยละ 2 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2021-2025 และเหลือร้อยละ 1 เฉลี่ยในช่วงปีค.ศ. 2026-2030 ผลการคำนวณดังตารางที่ 2.1 ในส่วนของ Asia Pacific Energy Research Centre (2006) ได้ทำการศึกษาสถานการณ์แนวโน้มการใช้พลังงาน และการคาดการณ์อุปสงค์พลังงานในประเทศต่างๆ 21 ประเทศของโลก รวมทั้งไทย ได้พยากรณ์แนวโน้มความต้องการพลังงานในอนาคต โดยใช้ตัวแปรประกอบด้วย อัตราการเติบโตของประชากร การเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ประชาชาติ (GDP) การขยายตัวการส่งออก และการเติบโตภาคอุตสาหกรรม ภาคการขนส่ง พบว่า ปริมาณความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของไทยจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.5 ต่อปี การใช้พลังงานสุดท้ายจะเพิ่มจาก 55,000 ktoe¹ เป็น 190,000 ktoe ในปีค.ศ. 2030 การใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมจะมีสัดส่วนมากที่สุดที่ร้อยละ 52 ภาคขนส่งร้อยละ 33 ภาคครัวเรือนร้อยละ 8 และการค้าร้อยละ 7 ทั้งนี้ ได้มีการพยากรณ์ไว้ว่า ในช่วงปีค.ศ. 2002-2030 การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์พลังงานจะอยู่ในระดับเดียวกับการเพิ่มขึ้นของมูลค่าการค้าในภาคอุตสาหกรรม

การศึกษาของบัณฑิต ลิมมีโชคชัย และคณะ (2550) ได้ทำการวิเคราะห์อุปสงค์และอุปทานพลังงาน โดยใช้วิธีการวางแผนทางเลือกพลังงานในระยะยาว มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาภาพรวมการใช้พลังงานของประเทศ และเสนอแนะมาตรการการส่งเสริมการใช้พลังงานได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับอุปสงค์และอุปทานของประเทศในปัจจุบันและอนาคต ใช้แบบจำลอง Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP) โดยใช้ข้อมูลศักยภาพพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากกลุ่มวิจัยย่อย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ประกอบกับการเก็บข้อมูลจากการสำรวจและข้อมูลต่างๆ ในอดีต โดยแบบจำลองการใช้พลังงานหรือ LEAP Model นั้นเป็นแบบจำลองที่ใช้หลักการ End-use Approach ซึ่งรายละเอียดแตกต่างกันตามภาคเศรษฐกิจ อุปสงค์พลังงานในประเทศไทยสามารถจำแนกได้ 2 แบบ คือ จำแนกตามชนิดพลังงานและเชื้อเพลิงที่นำไปใช้ และจำแนกตามผู้ใช้ปลายทางหรือ End Users ซึ่งการศึกษานี้ได้แบ่งภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานออกเป็น 5 ภาคเศรษฐกิจ คือ ภาคครัวเรือน ภาคอาคาร ภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และอื่นๆ โดยเริ่มทำการพยากรณ์การใช้พลังงานตามภาคเศรษฐกิจตั้งแต่ปีพ.ศ. 2549-2559 โดยกรอบการศึกษาอุปสงค์และอุปทานพลังงาน

¹ ktoe หมายถึง thousand of tons oil equivalent

แบบจำลอง LEAP นั้น จะทำการสร้างแบบจำลองอุปสงค์และอุปทาน อัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการสร้างสถานการณ์ต่างๆ หลังจากนั้นจะทำการคำนวณแบบจำลอง ซึ่งการศึกษานี้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 3 กรณี ได้แก่ กรณีปกติ กรณีมีการประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น และกรณีใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทน ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีปกติ ประเทศไทยจะใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจาก 65,573 ktoe ในปีพ.ศ. 2549 เป็น 112,087 ktoe ในปีพ.ศ. 2559 โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นปีละประมาณร้อยละ 5.5 กรณีประหยัดพลังงาน การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นจาก 65,573 ktoe ในปีพ.ศ. 2549 เป็น 89,506 ktoe ในปีพ.ศ. 2559 โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเพียงปีละประมาณร้อยละ 4.1 ส่วนกรณีใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทน ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล จะสามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงลงได้ 1,346 ktoe และ 861 ktoe ในปี ค.ศ. 2016 สำหรับกรณีเอทานอล และไบโอดีเซล ตามลำดับ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2554) ได้จัดทำเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี รวมถึงได้อ้างอิงการตั้งเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานของเอเปค ตามข้อตกลงระหว่างผู้นำประเทศของกลุ่มเอเปคเมื่อปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ.2007) ที่นครซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย โดยเอเปคได้ตั้งเป้าหมายให้มีการอนุรักษ์พลังงานเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานของภูมิภาค และเพื่อการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการลด “ความเข้มการใช้พลังงาน” (Energy Intensity) หรือปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) ลงร้อยละ 25 ภายในปีพ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) โดยได้ใช้ปีพ.ศ. 2548 (ค.ศ.2005) เป็นปีฐาน เนื่องจากปีพ.ศ. 2548 ความเข้มการใช้พลังงานของประเทศไทย คือ 16.2 ktoe (พินตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ) ต่อพันล้านบาท GDP (คิดค่าคงที่ปีพ.ศ. 2531 หรือ ค.ศ.1988) ซึ่งหากประเทศไทยมุ่งมั่นที่จะดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานตามข้อตกลงดังกล่าว ความเข้มการใช้พลังงานในภาพรวมของประเทศไทยในปีพ.ศ. 2573 จะต้องไม่เกิน 12.1 ktoe ต่อพันล้านบาท GDP หรือการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย (Final Energy) โดยในปีดังกล่าวจะต้องไม่เกิน 121,000 ktoe (ภายใต้สมมติฐานที่เศรษฐกิจจะขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.2 ต่อปี) หรือต้องต่ำกว่าความต้องการใช้พลังงานในกรณีที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์พลังงาน (Business-as-usual, BAU) 30,000 ktoe หรือต่ำกว่าร้อยละ 20 ของความต้องการในกรณีปกติ และจากการคาดการณ์อุปสงค์พลังงานของไทยในอนาคต พบว่า ในระยะ 20 ปีข้างหน้า ภายใต้สมมติฐานที่ว่าเศรษฐกิจขยายตัวในระดับปานกลาง (Base Case) นั่นคือ GDP เติบโตเฉลี่ยร้อยละ 4.2 ต่อปี และประชากรเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.3 ต่อปี โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้พลังงานที่มีนัยสำคัญ และไม่มีมาตรการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเป็นพิเศษ กรณีปกติ (BAU) ความต้องการพลังงานจะมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเพิ่มเป็น 151,000 ktoe ในปีพ.ศ. 2573 หรือ ประมาณ 2.1 เท่าของปัจจุบัน หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.9 ต่อปี

2.2 การพยากรณ์ความต้องการพลังงานด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงหลายตัวแปร

งานวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์พลังงาน ด้วยการสร้างสมการถดถอยเชิงเส้นตรงที่ผ่านมา ได้แก่ งานวิจัยของ Geem and Roper (2009) ซึ่งทำการพยากรณ์ความต้องการพลังงานของประเทศเกาหลีใต้ ได้จัดสร้างตัวแปร ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ประชากร ปริมาณการค้า เป็นต้น โดยมีสมการแบบจำลอง 3 ส่วน คือ Multiple Linear Regression, Exponential Model และ FF-BP-ANN Model สำหรับการสร้างแบบจำลองอุปสงค์ความต้องการพลังงานของไทยในการวิจัยนี้ ได้กำหนดตัวแปรในลักษณะเดียวกัน เพื่อการคาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานดังสมการที่ (2.1)

$$\text{Con_final}_t = f(\text{GDP}_t, \text{POP}_t, \text{Export}_t, \text{Import}_t) \quad (2.1)$$

ผลของสมการที่ประมาณค่าได้ แสดงดังสมการที่ (2.2)

ค่า R-square = 0.9926 ค่า Adjusted R-square = 0.9906

จากสมการที่ (2.2) พบว่า ตัวแปรอิสระในสมการ สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงตัวแปรตามได้ ร้อยละ 99.26 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 0.74 เป็นอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ ค่า Adjusted R-squared เท่ากับร้อยละ 99.06 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระหลังจากปรับค่าด้วย จำนวนตัวอย่าง และตัวแปรอิสระทั้งหมดสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของความต้องการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 2.1 ผลการคำนวณหาอุปสงค์พลังงานด้วยอัตราการเรียนรู้เติบโตที่ได้จากงานวิจัยต่างๆ

(หน่วย: ktoe)

ปี	แบบจำลองถดถอย เชิงเส้นตรงหลายตัวแปร	Trisarn (2001)	Asia Pacific Energy Research Centre (2006)	สำนักงานนโยบายและ แผนพลังงาน (2554)	บันทึก ล้อมมีโซคัยและ คณะ (2550) กรณีปกติ	บันทึก ล้อมมีโซคัย และคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงาน
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 : * ท้ายค่าอุปสงค์พลังงาน คือ ค่าพยากรณ์ที่ใช้ในการคำนวณหาค่า Root Mean Square Error (RMSE)

ที่มา : จากการคำนวณ และจากการตรวจเอกสาร

2.3 การคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง

การคาดการณ์ค่าอุปสงค์น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล แก๊สโซฮอล์ เอทานอล และไบโอดีเซลในอนาคต ในที่นี้จะใช้ค่าพยากรณ์อุปสงค์พลังงานของบัณฑิต ลิมมีโซชัย และคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงานที่ได้เลือกไว้ในข้างต้น เป็นค่าตั้งต้นในการคาดการณ์อุปสงค์น้ำมันเชื้อเพลิง โดยค่าคาดการณ์อุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายของบัณฑิต ลิมมีโซชัยและคณะ (2550) กรณีประหยัดพลังงาน ดังตารางที่ 2.1

การคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิง จะขึ้นอยู่กับอุปสงค์พลังงานขั้นสุดท้ายที่ได้คาดการณ์ไว้ข้างต้น เริ่มจากการคำนวณสัดส่วนปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงต่อการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ ดังตารางที่ 2.2 โดยสัดส่วนการใช้เอทานอลต่อปริมาณพลังงานขั้นสุดท้ายในปีพ.ศ. 2554 คิดเป็นร้อยละ 0.64 และเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนดังกล่าวในช่วงปีพ.ศ. 2550-2554 พบว่า สัดส่วนการใช้เอทานอลจะเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.08 ต่อปี ขณะที่สัดส่วนการใช้น้ำมันเบนซิน 91, 95 ต่อพลังงานขั้นสุดท้ายลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.93 ต่อปี และสัดส่วนการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ต่อพลังงานขั้นสุดท้ายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.78 ต่อปี จากนั้นจะทำการคาดการณ์สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 โดยใช้สัดส่วนในปีพ.ศ. 2554 เป็นสัดส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงตั้งต้นในการคาดการณ์ โดยกำหนดให้สัดส่วนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเปลี่ยนแปลงเท่ากับค่าเฉลี่ยผลต่างสัดส่วนในแต่ละชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง

ตารางที่ 2.2 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)

ผลการคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงดังตารางที่ 2.3 พบว่า ปริมาณความต้องการใช้เอทานอลในปีพ.ศ. 2555 เท่ากับ 534.73 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) เพิ่มขึ้น 1,532.69 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (ktoe) ในปีพ.ศ. 2564 สอดคล้องกับแนวโน้มปริมาณการใช้น้ำมันแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้น และในขณะเดียวกันปริมาณการใช้น้ำมันเบนซิน 91, 95 จะลดลงจนเป็นศูนย์ภายในปีพ.ศ. 2560

ตารางที่ 2.3 ค่าคาดการณ์ความต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 ของกรณีสัดส่วนการใช้
น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ กับความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายคงที่

(หน่วย: ktoe)					
ปี	ความต้องการพลังงาน	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

2.4 การคาดการณ์ความต้องการมันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาล

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเอทานอลส่วนใหญ่ คือ กากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล รองลงมา คือ มันสำปะหลัง วัตถุดิบที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของมันเส้น และล่าสุดได้เริ่มใช้น้ำอ้อยในการผลิตเอทานอลเมื่อปีพ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากอ้อยโดยตรง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการผลิตน้ำตาล ที่ผ่านมามีการผลิตเอทานอลในประเทศไทยนิยมใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบหลัก โดยในปีพ.ศ. 2549 เอทานอลประมาณร้อยละ 90 ผลิตมาจากกากน้ำตาล แต่เมื่อคิดเป็นสัดส่วนการใช้ประโยชน์กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลอยู่ที่ประมาณร้อยละ 30 ของปริมาณกากน้ำตาลที่ประเทศไทยผลิตได้ แสดงให้เห็นว่าการผลิตเอทานอลของไทยพึ่งพาการใช้กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบสูง ในขณะเดียวกัน กากน้ำตาลได้นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม การใช้มันสำปะหลังและน้ำอ้อยก็เริ่มเข้ามามีบทบาทในการผลิตเอทานอลมากขึ้นในภายหลัง ทำให้สัดส่วนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลค่อยๆ ลดลงเหลือร้อยละ 70 ในปีพ.ศ. 2554 และสัดส่วนเอทานอลจากมันสำปะหลังและน้ำอ้อยคิดเป็นร้อยละ 27 และร้อยละ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2)

การคาดการณ์ความต้องการมันสำปะหลัง น้ำอ้อย และกากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 ใช้สัดส่วนการใช้วัตถุดิบในการผลิตเอทานอลในปีพ.ศ. 2554 เป็นสัดส่วนตั้งต้นในการคาดการณ์ความต้องการวัตถุดิบ หลังจากนั้นสัดส่วนการใช้จะค่อยๆ ปรับตัวเข้าหากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 ดังที่ตั้งเป็นสมมติฐาน โดยมีข้อสมมติว่า ปริมาณกากน้ำตาลนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณผลผลิตอ้อย² หลังจากนั้นนำแนวโน้มผลผลิตอ้อย มาคำนวณหาปริมาณกากน้ำตาลที่จะเป็นไปได้ และกำหนดกรณีสัดส่วนวัตถุดิบเอทานอล โดยเฉพาะกรณีกากน้ำตาลให้เป็นไปได้ภายใต้แนวโน้มผลผลิตอ้อยในอนาคต พบว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุด

² รายละเอียดข้อมูลคาดการณ์ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 6 ตารางที่ 6.13

ตามกรณีที่ 1 ดังตารางที่ 2.4 ดังนั้นการผลิตเอทานอลจึงขึ้นอยู่กับศักยภาพของการใช้วัตถุดิบจากมันสำปะหลังมากขึ้น และใช้ประโยชน์จากอ้อยในการผลิตเอทานอลโดยตรง

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

กรณีที่ 1 ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลเท่ากับ 40:20:40 ในปีพ.ศ. 2564

เป็นกรณีที่คาดการณ์ว่า ปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27 ในปีพ.ศ. 2554 เป็นร้อยละ 40 ในปีพ.ศ. 2564 และสัดส่วนน้ำอ้อยจะเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3 เป็นร้อยละ 20 แต่สัดส่วนกากน้ำตาลจะลดลงจากร้อยละ 70 เหลือร้อยละ 40 ซึ่งสัดส่วนการใช้วัตถุดิบใหม่นี้ ปริมาณการใช้หัวมันสด และน้ำอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราร้อยละ 1.44 และ 1.89 ต่อปี ตามลำดับ และความต้องการใช้กากน้ำตาลจะลดลงด้วยอัตราร้อยละ 3.33 ต่อปี ผลค่าประมาณกรณีที่ 1 ดังตารางที่ 2.4

กรณีที่ 2 ปริมาณการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลเท่ากับ 50:20:30 ในปีพ.ศ. 2564

เป็นกรณีที่คาดการณ์ว่า ปริมาณการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสามารถอธิบายได้ในลักษณะเดียวกับกรณีที่ 1 โดยได้เพิ่มอัตราการเปลี่ยนแปลงเพื่อสะท้อนถึงการขยายตัว/ลดลงของการใช้วัตถุดิบแต่ละชนิด กำหนดให้ปริมาณการใช้หัวมันสด และน้ำอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราร้อยละ 2.56 และ 1.89 ต่อปี ตามลำดับ และปริมาณการใช้กากน้ำตาลจะลดลงด้วยอัตราร้อยละ 4.44 ต่อปี ผลของค่าประมาณกรณีที่ 2 ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 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 : ปริมาณการใช้น้ำอ้อยแปลงให้อยู่ในรูปผลผลิตอ้อย (พันตัน)

ที่มา : จากการคำนวณ

การคาดการณ์สัดส่วนการใช้วัตถุดิบในแต่ละกรณีที่ได้กล่าวถึง เกิดขึ้นจากการคาดหวังตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จากนั้นจึงทำการตรวจสอบผลการพยากรณ์ในแต่ละกรณี โดยการแทนค่าลงในแบบจำลองดุลยภาพบางส่วน เพื่อคัดเลือกสัดส่วนการใช้วัตถุดิบในกรณีที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงและสมเหตุสมผล และใช้ค่าพยากรณ์ในกรณีที่เหมาะสมที่สุด เป็นตัวแทนผลการศึกษาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในบทที่ 6 ต่อไป

พลังงานทางเลือกเอทานอลของไทย : สถานภาพการผลิต

พลังงานทางเลือกเอทานอลที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตร ได้เข้ามามีบทบาทเป็นองค์ประกอบในการเป็นพลังงานทดแทนมากกว่า 2 ทศวรรษแล้ว ทั้งนี้เพราะได้รับการเกื้อหนุนจากมาตรการเชิงนโยบายภาครัฐเป็นสำคัญ

6 นื้อหาในบทนี้จะนำเสนอสถานการณ์การผลิตพลังงานทางเลือกเอทานอลในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา จากการเพิ่มการผลิตพลังงานทางเลือกเอทานอลได้ส่งผลต่อการใช้วัตถุดิบทั้งที่เป็นกากน้ำตาล อ้อย และมันสำปะหลัง เพื่อนำมาใช้ผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

3.1 พืชพลังงาน : ทางที่ถูกเลือก

การพัฒนาพลังงานทางเลือกได้กำหนดให้เป็นวาระแห่งชาติ โดยภาครัฐให้การสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ และมีมาตรการต่างๆ ที่สร้างแรงจูงใจ ในขณะเดียวกันประเทศไทยถือเป็นประเทศที่มีฐานการผลิตวัตถุดิบการเกษตรหลายชนิดที่มีความได้เปรียบในการผลิตเอทานอลที่มีต้นทุนต่ำ ดังนั้นเอทานอลจึงเป็นพลังงานทางเลือกหนึ่ง ที่ได้รับการระบุไว้ในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงาน มีความสำคัญในการเพิ่มสัดส่วนการผลิตให้เป็นไปตามเป้าหมายร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศในปีพ.ศ.2564 เพื่อทดแทนการนำเข้าน้ำมันเบนซิน (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2555)

การผลิตเอทานอลเพื่อใช้เชิงพาณิชย์ในประเทศไทยเริ่มต้นในปีพ.ศ. 2544 ภายใต้การกำกับของคณะกรรมการเอทานอลแห่งชาติ มีการจัดตั้งโรงงานผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลขึ้น เพื่อใช้ทดแทนสาร MTBE ในน้ำมันเบนซินออกเทน 91 และ 95 จึงมีการผลิตแก๊สโซฮอล์เพื่อจำหน่ายและใช้เป็นพลังงาน

ทางเลือก โดยในปีพ.ศ. 2544 พบว่า มีการผลิตแก๊สโซฮอล์¹ ปริมาณ 1.62 ล้านลิตร และได้เพิ่มขึ้นเป็น 4,490.97 ล้านลิตร ในปีพ.ศ. 2555 (ตารางที่ 3.1) อย่างไรก็ตาม หากพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงในช่วง 5 ปีแรก พบว่า มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะมีฐานการผลิตต่ำทั้งการผลิตเอทานอล และการผลิตแก๊สโซฮอล์ แต่ได้ชะลอตัวลงมาบ้างทั้งปริมาณการผลิตเอทานอลและการผลิตแก๊สโซฮอล์ นับจากปีพ.ศ. 2551 เป็นต้นมา เนื่องจากเหตุผลหลัก 2 ประการคือ 1) ด้านอุปสงค์หรือความต้องการใช้ยังมีจำกัด ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวการสนับสนุนหรือมาตรการของภาครัฐที่สร้างแรงจูงใจต่อผู้บริโภคหันมาใช้แก๊สโซฮอล์ยังไม่ชัดเจนทั้งในด้านราคา สถานที่จำหน่าย นอกจากนี้ในปี 2553-2554 เป็นช่วงที่ภาครัฐได้มีการปรับลดราคาน้ำมันเบนซินลง ทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้น้ำมันเบนซินแทน รวมถึงผู้บริโภคจำนวนมากหันไปใช้ LPG และ NGV ซึ่งมีราคาต่ำกว่ามาก และ 2) ด้านอุปทาน เนื่องจากราคามันสำปะหลังและกากน้ำตาลมีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้น แต่ราคาเอทานอลต่ำลงอันเนื่องมาจากความต้องการใช้ที่ลดลง

ตารางที่ 3.1 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 : ปีพ.ศ. 2544-2548 คำนวณจากสัดส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณการใช้แก๊สโซฮอล์ในประเทศไทย

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555กและจากการคำนวณ

ในประเทศไทย การผลิตเอทานอลเป็นการผลิตจากวัตถุดิบหลัก 2 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลังและกากน้ำตาลจากอ้อย และยังไม่มีการใช้ข้าวโพดในการผลิตเอทานอลเหมือนในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากวัตถุดิบทั้งสองชนิดดังกล่าวเมื่อนำมาผลิตเอทานอลแล้วพบว่า มีต้นทุนต่ำโดยเฉพาะวัตถุดิบจำพวกกากน้ำตาล (FAO, 2010 and USDA, 2006) เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตเอทานอลจากสารจำพวกน้ำตาลและมันสำปะหลังพบว่า ต้นทุนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลมีค่าต่ำที่สุดในทุกเงื่อนไข รองลงมา คือ น้ำอ้อย และมันสำปะหลังตามลำดับ แต่การเปลี่ยนแปลงราคามันสำปะหลังจะส่งผลอย่างมากต่อต้นทุนการผลิตเอทานอล ทำให้ผลตอบแทนมีค่าลดลง

¹ หมายถึงการผลิตแก๊สโซฮอล์ประเภท แก๊สโซฮอล์ 91 95 E20 และ E85 รวมกัน

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

จากแนวโน้มความต้องการใช้เอทานอลเพื่อการผลิตแก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นในประเทศไทย ประกอบกับประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตวัตถุดิบดังกล่าว ส่งผลให้ **มันสำปะหลังและอ้อย** จากเดิมที่เป็นพืชอาหารสำคัญได้นำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตพลังงานทดแทนหรือเอทานอลตามมา

การผลิตเอทานอลในประเทศไทยเพื่อใช้ในการผลิตแก๊สโซฮอล์ได้เริ่มขึ้นในปีพ.ศ. 2544 โดยในระยะแรกได้ใช้กากน้ำตาลมาเป็นวัตถุดิบในการผลิต ต่อมาได้มีการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังขึ้นในปีพ.ศ. 2549 รวมถึงมีการใช้อ้อยมาผลิตเอทานอลในปีพ.ศ. 2552 ทั้งนี้ จากปริมาณการผลิตเอทานอล 655.5 ล้านลิตรในปีพ.ศ. 2555 มีสัดส่วนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลร้อยละ 81.0 รองลงมาจากมันสำปะหลังร้อยละ 11.5 และจากน้ำอ้อยร้อยละ 7.5 (ตาราง 3.2)

ตารางที่ 3.2 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%)

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงร้อยละ

ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555ก, ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555ค และจากการคำนวณ

หากทอนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และอ้อย กลับไปอยู่ในรูปวัตถุดิบที่ใช้จะพบว่า มีการใช้กากน้ำตาลขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างมากนับจากปีพ.ศ. 2544 เป็นต้นมา โดยมีการใช้กากน้ำตาลจาก 615 ตัน ในปีพ.ศ. 2544 เพิ่มขึ้นเป็น 663,750 ตันในปีพ.ศ. 2550 และเพิ่มขึ้นเกือบสี่เท่าตัวเป็น 2.21 ล้านตันในปีพ.ศ. 2555 (ตารางที่ 3.3) การใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิตมีปริมาณอ้อยที่ใช้เพิ่มขึ้นจาก 54,771 ตันในปีพ.ศ. 2552 เป็น 653,876 ตันในปีพ.ศ. 2555 ส่วนการใช้วัตถุดิบที่เป็นมันสำปะหลังมีปริมาณการใช้วัตถุดิบดังกล่าวจาก 75,278 ตันในปีพ.ศ. 2548 เพิ่มขึ้นเป็น 511,200 ตันในปีพ.ศ. 2552 และมีความผันผวนในปริมาณที่ใช้โดยลดลงเป็น 389,900 ตันในปีพ.ศ. 2553 เนื่องจากเกิดการระบาดของเพลี้ยแป้ง ทำให้ราคามันสำปะหลังปรับตัวสูงขึ้น อย่างไรก็ตาม ในปีพ.ศ. 2554 การใช้วัตถุดิบจากมันสำปะหลังมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเป็น 685,200 ตัน และกลับลดลงมาเหลือ 467, 533 ตันในปีพ.ศ. 2555

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

เมื่อแนวโน้มการผลิตพลังงานทดแทนตามแผนพัฒนาพลังงานขยายตัวเพิ่มขึ้น ได้กระตุ้นให้เกิดการขยายตัวของความต้องการอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อการผลิตเอทานอลเพิ่มสูงขึ้น นำไปสู่การปรับตัวของราคาระดับและทำให้วัตถุดิบบางส่วนเคลื่อนย้ายจากอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ อุตสาหกรรมแป้ง อุตสาหกรรมน้ำตาล เป็นต้น มาสู่การใช้สำหรับผลิตเอทานอลตามมา การผลิตพลังงานหรือเอทานอลจากพืชผลทางการเกษตร ในอนาคตหากใช้วัตถุดิบในวงกว้างอาจจะเป็นแรงกดดันต่อการเปลี่ยนแปลงในภาคการเกษตรของไทยตามมา รวมถึงอาจจะส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตอาหารและการส่งออกอาหารด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3.3 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, 2555ก และจากการคำนวณ

3.2 พืชพลังงาน : ขยายการผลิตจากแรงผลักดัน

นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2547 กลไกที่ผลักดันให้การผลิตเอทานอลเกิดการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย 1) ราคาน้ำมันที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ราคาเอทานอลเพิ่มขึ้นในทิศทางเดียวกัน (ตารางที่ 3.4) 2) แนวโน้มความต้องการใช้น้ำมันที่เพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น 3) นโยบายรัฐที่ให้การสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น และ 4) แรงจูงใจจากกำไรที่ได้รับจากผลประกอบการผลิตเอทานอล (ราคาเอทานอลของไทยมีราคาเฉลี่ยจากปีพ.ศ. 2550-54 0.63 ดอลลาร์สหรัฐ สำหรับราคาเอทานอลของสหรัฐอเมริกาและบราซิลมีราคาเฉลี่ย 0.55 และ 0.48 ดอลลาร์สหรัฐ ตามลำดับ) ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้มีการขยายการผลิตเอทานอลในช่วงเวลาที่ผ่านมานี้ (รายละเอียดในเรื่องนี้ ศึกษาเพิ่มเติมได้จาก รายงานของเออวดี เปรมัษเฐียร และ ชาลวิภา สุกใส, 2556)

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

3.3 พืชพลังงาน : บทบาทภาคเกษตรและภาคพลังงาน

กล่าวได้ว่าเอทานอลได้กลายมาเป็นพลังงานทดแทนที่กำลังมีบทบาทสำคัญเพิ่มมากขึ้น และมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลได้อย่างมาก จากอัตราการใช้แก๊สโซฮอล์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยตั้งแต่ปีพ.ศ.2546-2554 เท่ากับร้อยละ 46.7 ต่อปีนั้น ส่งผลให้ความต้องการใช้เอทานอลมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน และยังทำให้ความต้องการวัตถุดิบทั้งมันสำปะหลังและกากน้ำตาลเพื่อการผลิตเอทานอลมีเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเพื่อนำมาผลิตเอทานอลต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดได้เพิ่มจากร้อยละ 0.74 มาเป็นร้อยละ 3.13 ในระหว่างปีพ.ศ. 2551-2554 ขณะที่การใช้กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลมีค่าเฉลี่ยค่อนข้างคงที่ประมาณร้อยละ 31.32 ต่อปี (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.4 ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์และเอทานอล

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, 2555ก ธนากรแห่งประเทศไทย, 2555ค และจากการคำนวณ

ตารางที่ 3.5 สัดส่วนการผลิตเอทานอลเปรียบเทียบกับสินค้าเกษตรและพลังงาน

ปี พ.ศ.	สัดส่วนของมันเป็นสำปะหลัง ที่ใช้ผลิตเอทานอลต่อมัน สำปะหลังที่ผลิตได้ ทั้งหมด	สัดส่วนของกากน้ำตาล สำหรับผลิตเอทานอล ต่อกากน้ำตาลทั้งหมด	สัดส่วนของมูลค่า เอทานอลต่อมูลค่า สินค้าเกษตร (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 : พลังงานที่ไม่ใช่ไฟฟ้า ได้แก่ ปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ลิกไนต์ เอทานอล ไบโอดีเซล และพลังงานทดแทนอื่นๆ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สำนักนโยบายและแผนพลังงาน 2555 และจากการคำนวณ

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันเป็นสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

3.4 ทางเลือกเชิงนโยบาย : สถานการณ์ที่ผ่านมา

ในแผนพัฒนาพลังงานทดแทนได้กำหนดกรอบการพัฒนาเอทานอลทั้งในด้านวัตถุดิบ การผลิต การตลาด การวิจัยและพัฒนา เพื่อให้เกิดความมีเสถียรภาพและความต่อเนื่องในการผลิต สำหรับนโยบายการผลิตและการใช้เอทานอล แบ่งได้เป็น 2 ส่วนหลักคือ นโยบายด้านอุปทาน เน้นการจัดหาวัตถุดิบ และสนับสนุนการผลิตเอทานอล ส่วนนโยบายด้านอุปสงค์ เน้นการตลาดเพื่อเพิ่มความต้องการใช้ของผู้บริโภค ดังนี้

3.4.1 นโยบายด้านอุปทานเพื่อพัฒนาศักยภาพการผลิต

ด้านวัตถุดิบ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบ ในการผลักดัน ยุทธศาสตร์ผลิตมันสำปะหลังและอ้อย เน้นการบูรณาการนโยบายระหว่างการผลิตในภาคเกษตรกับนโยบาย พลังงานทดแทน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิต และไม่ขยายพื้นที่เพาะปลูก ดำเนินการเร่งรัดการ เพิ่มผลผลิตในพื้นที่ที่เหมาะสม สนับสนุนอุตสาหกรรมต่อเนื่อง ส่งเสริมการผลิตและการใช้ในประเทศให้มากขึ้น มีการวิจัยและพัฒนาบุคลากร เพื่อปรับปรุงพันธุ์ ป้องกันและกำจัดโรคแมลง ปรับปรุงและส่งเสริมการใช้ พันธุ์พืชดีเพื่อลดต้นทุนการผลิต ส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคุมปุ๋ยเคมี ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และยังให้คง พื้นที่ปลูกเดิมเพื่อไม่ให้เกิดกระทบกับการปลูกพืชชนิดอื่นๆ มีเป้าหมายพัฒนาผลผลิตต่อไร่ให้เพิ่มขึ้น (สำนักงาน เศรษฐกิจการเกษตร, 2554 และ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2554)

ด้านส่งเสริมการผลิตเอทานอล กระทรวงอุตสาหกรรม และกระทรวงพลังงานเป็นหน่วยงาน รับผิดชอบ มีบทบาทสนับสนุนและส่งเสริมการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง อากน้ำตาล และพืชทางเลือก อื่นๆ โดยใช้มาตรการทางภาษี การส่งเสริมการลงทุน การส่งเสริมการส่งออก และส่งเสริมอุตสาหกรรม ต่อเนื่อง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียจากการผลิตเอทานอล เช่น การนำกลับมาใช้ด้วยไบโอแก๊ส พัฒนาระบบ ขนส่งให้มีประสิทธิภาพ ประกอบกับการวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตเอทานอลอย่างมีประสิทธิภาพ (กรม พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551 และ 2555)

3.4.2 นโยบายด้านอุปสงค์เพื่อเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล

ด้านส่งเสริมการใช้เอทานอล กระทรวงพลังงานเป็นหน่วยงานรับผิดชอบหลัก ทำหน้าที่ ส่งเสริมให้เกิดการผลิตและการใช้เอทานอลไม่น้อยกว่า 9 ล้านลิตรต่อวันในปีพ.ศ. 2565 เพื่อลดการพึ่งพา น้ำมัน เพิ่มมูลค่าและสร้างเสถียรภาพ ดำเนินการส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน สนับสนุนการใช้แก๊สโซฮอล์ในรถยนต์ของราชการและรัฐวิสาหกิจ สร้างความเชื่อมั่นแก่ประชาชนในการใช้แก๊ส โซฮอล์ ยกเลิกการใช้น้ำมันเบนซิน 91 ภายในตุลาคม พ.ศ. 2555 สร้างแรงจูงใจในการขยายสถานบริการ E20 สนับสนุนงบประมาณการวิจัยเพื่อการสร้างแรงจูงใจเพื่อเพิ่มความต้องการใช้เอทานอล สนับสนุนการผลิต รถยนต์ E85 ในรถยนต์นั่งทั่วไป และ ECO-CAR โดยการลดภาษีสรรพสามิต และปรับปรุงกฎ ระเบียบ ข้อบังคับและกฎหมายต่างๆ เพื่อบริการค่าเอทานอลอย่างเสรีในอนาคต (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน, 2551 และ 2555)

3.4.3 อุปสรรคการพัฒนา

ตั้งแต่ประเทศไทยเริ่มมีการผลิตเอทานอลเชิงพาณิชย์ในปีพ.ศ. 2547 ปรากฏว่า อุตสาหกรรมเอทานอลยังไม่เติบโตตามแผนที่ภาครัฐกำหนดไว้เท่าที่ควร ทั้งผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ในแผนพัฒนาเอทานอล (ตั้งเป้าการผลิตในปี พ.ศ. 2554 ไว้ที่ 2.96 ล้านลิตรต่อวัน แต่ผลิตได้เพียง 1.3 ล้านลิตรต่อวัน) อีกทั้งยังมีปริมาณการผลิตที่เกินความต้องการใช้ภายในประเทศ จึงต้องส่งออกเอทานอลส่วนเกินมากขึ้น (ความต้องการใช้ในประเทศมีเพียง 1 ล้านลิตรต่อวัน) แสดงให้เห็นว่า นโยบายพลังงานทดแทนไม่บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด ทำให้อุตสาหกรรมเอทานอลยังไม่เติบโตเท่าที่ควร ในขณะที่กำลังการผลิตของโรงงานเอทานอลทั่วประเทศมีมากถึง 12.5 ล้านลิตรต่อวัน จึงเกิดกำลังการผลิตส่วนเกินจำนวนมาก เป็นเพราะปัญหาหลัก 2 ประการคือ

- 1) ความต้องการใช้ในประเทศมีปริมาณต่ำหรืออุปสงค์ไม่โต
- 2) การส่งออกของไทยมีข้อจำกัดจากภาครัฐทำให้ไม่สามารถร่วมกันขายเพื่อประหยัดต้นทุนการส่งออกและเพื่อต่อราคา

จึงส่งผลต่อเนื่องจากตลาดเอทานอลที่มีปริมาณน้อย ทำให้ผู้ผลิตเอทานอลไม่สามารถดำเนินการผลิตได้เต็มที่ ต้องหยุดการทำงานเป็นช่วงๆ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ปริมาณการผลิตเอทานอลต่ำ คือ

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

ส่วนปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้เอทานอลต่ำ คือ

- 1) การลดราคาน้ำมันเบนซินในปีพ.ศ. 2554 ทำให้ผู้บริโภคหันไปใช้เบนซินแทนแก๊สโซฮอล์ เนื่องจากมีราคาใกล้เคียงกัน
- 2) ผู้บริโภคจำนวนมากนิยมใช้ LPG/NGV เนื่องจากราคาต่ำกว่า
- 3) ขาดมาตรการจูงใจให้ผู้บริโภคใช้แก๊สโซฮอล์ ทั้งทางด้านราคาและภาษีรถยนต์
- 4) จำนวนสถานีบริการน้ำมันที่จำหน่ายแก๊สโซฮอล์ E20 มีจำกัด
- 5) เป็นสินค้าที่มีความยืดหยุ่นต่ำ มีสินค้าทดแทนได้ง่าย ผู้บริโภคจึงไม่นิยมใช้อย่างต่อเนื่อง

ข้อมูลข้างต้นได้สะท้อนให้เห็นปัญหาในการพัฒนาการผลิต และใช้เอทานอลให้เป็นไปตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน ดังนั้น ภาครัฐ หน่วยงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องหันมาทบทวนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นเพื่อแก้ไขและหาทางออกให้กับอุตสาหกรรมเอทานอลให้ครบวงจรและอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2555จ และ ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555ง)

พืชพลังงานและพืชอาหาร

ในภาคการเกษตรไทย

ภาคการเกษตรไทยได้มีส่วนในการผลิตพืชพลังงานทางเลือกหรือเอทานอล โดยหลักทฤษฎีแล้ว การเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ทั้งจากอ้อยและมันสำปะหลังจากเดิมใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสำหรับการบริโภคหรือใช้เป็นอาหารสัตว์ กระทั่งนำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ย่อมจะส่งผลต่อการปรับตัวของราคาและอุปทานผลผลิตพืชดังกล่าวตามมา และอาจส่งผลต่อการผลิตพืชอาหารอื่นๆ เนื่องจากการใช้ทรัพยากรการผลิต เช่น การใช้ที่ดิน ทุน และแรงงาน ได้ปรับเปลี่ยนไป

เนื้อหาในบทนี้จะสำรวจบทบาทพืชพลังงานในโครงสร้างการผลิตพืชของไทย พร้อมอธิบายถึงสถานะการใช้ที่ดินของพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงานต่อการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืชในภาคการเกษตร การอธิบายการปรับตัวของภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมา โดยแบ่งแนวทางการปรับตัวดังนี้ โครงสร้างการผลิตทางการเกษตร ราคา ปริมาณผลผลิต และผลกระทบของพืชพลังงานที่ส่งผล 2 ด้าน ทั้งทางตรงต่อพืชพลังงานและทางอ้อมต่อพืชอาหารที่ส่งผลไปยังรูปแบบการใช้ที่ดิน การใช้ประโยชน์ รายได้เกษตรกร เป็นต้น

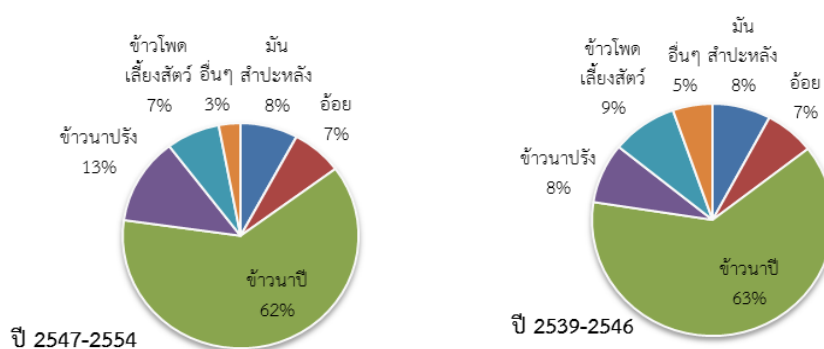
4.1 การสำรวจบทบาทพืชพลังงานในโครงสร้างการผลิตพืชของไทย

แม้ภาคเกษตรกรรมจะลดบทบาทในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ แต่ก็ยังถือว่ามียบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาและการกระจายรายได้ของประเทศเป็นอย่างมาก เพราะแรงงานส่วนใหญ่ของประเทศในปีพ.ศ. 2554 ร้อยละ 38.2 ก็ยังคงอยู่ในภาคการเกษตร (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) ที่ผ่านมภาคเกษตรมีการปรับตัวเพื่อสนองตอบต่อการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โครงสร้างการผลิตสินค้าเกษตรยังคงให้ความสำคัญกับการผลิตข้าวเป็นอันดับแรก รวมถึงกลุ่มธัญพืชและพืชอาหารที่ครอบคลุมพื้นที่

ทางการเกษตรมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ทางการเกษตรประเทศ ดังนั้นการผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร จึงมีบทบาทและผลกระทบต่อการใช้ที่ดินทางการเกษตรอย่างมาก

ในภาคการผลิตพืชของไทย แม้ว่าความต้องการใช้กากอ้อยและมันสำปะหลังเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอลจะมีเพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา นับตั้งแต่เริ่มมีการผลิตและใช้เอทานอลในปีพ.ศ. 2547 แต่เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนและหลังมีการผลิตเอทานอลในประเทศไทย พบว่า การผลิตพืชอาหารโดยเฉพาะข้าว ซึ่งเป็นพืชอาหารหลักของคนไทยและสินค้าส่งออกที่สำคัญ ยังคงเป็นพืชหลักที่มีสัดส่วนการใช้ที่ดินสูงสุดและเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะข้าวนาปรัง ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อยยังมีสัดส่วนคงเดิม สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีสัดส่วนการใช้ที่ดินลดลง ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 สัดส่วนการใช้ที่ดินเพื่อผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหาร ปีพ.ศ.2539-2546 และ ปีพ.ศ.2547-2554



ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

จากการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ที่ดินใน 2 ช่วงเวลาข้างต้น สะท้อนให้เห็นผลการผลิตเอทานอลที่เพิ่มขึ้นของไทย ยังไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทางการผลิตข้าว ธัญพืชและพืชอาหารอื่นๆ มากนัก การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนการใช้ที่ดิน พบว่า กลับนำไปใช้ในการผลิตพืชอาหารจานหลัก ได้แก่ ข้าว เป็นสำคัญ เพราะมีการทำนามากกว่า 1 ครั้งในรอบปีขยายตัวออกไปในพื้นที่ชลประทาน ส่วนการใช้ที่ดินเพื่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้ปรับตัวลดลงบ้าง เนื่องจากข้าวโพดเป็นพืชไร่ พื้นที่ที่ลดลงของข้าวโพดส่วนหนึ่งจะถูกทดแทนการปลูกพืชไร่อื่นๆ อย่างไรก็ตาม ผลจากการผลิตเอทานอล และความต้องการพืชพลังงานที่เพิ่มขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ยังไม่เห็นความชัดเจนของผลกระทบต่อสัดส่วนการใช้ที่ดินสำหรับ ข้าว ธัญพืช และพืชอาหาร

4.2 ทิศทางโครงสร้างการผลิตพืช : พืชอาหารและพืชอาหารที่ใช้เป็นพืชพลังงาน

ความพยายามที่จะสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน ด้วยการสนับสนุนให้เกิดการผลิตพลังงานชีวภาพจากผลผลิตพืช เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงและการขยายตัวความต้องการพลังงานของประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น ได้ส่งผลให้มีการใช้พืชอาหาร ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย เพื่อการผลิตพลังงานแก๊สโซฮอล์ ในที่นี้จะเป็นการนำเสนอโครงสร้างการใช้ที่ดิน ปริมาณผลผลิต และราคาพืชต่างๆ ทั้งพืชอาหาร อาทิ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วต่างๆ สับปะรด มันสำปะหลัง และอ้อย รวมทั้งพืชอาหารที่นำไปใช้เป็นพืชพลังงาน ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

4.2.1 การใช้ที่ดินในการผลิตพืชอาหารบางชนิด

พืชอาหารโดยเฉพาะข้าว ยังคงเป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญเป็นแหล่งความมั่นคงทางอาหาร และข้าวยังเป็นพืชที่มีการใช้พื้นที่เพาะปลูกมากที่สุดของประเทศ ที่ผ่านมามีทั้งปริมาณการผลิตข้าวและการใช้ที่ดินยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ข้าวนาปรังมีอัตราการขยายตัวพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นสูงสุด ส่วนข้าวนาปียังคงมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง เพราะเป็นพืชอาหารหลัก ในขณะที่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ตรงข้ามกับพืชตระกูลถั่ว และข้าวฟ่างที่มีพื้นที่เพาะปลูกลดลงมาโดยตลอด ส่วนสับปะรดเป็นพืชที่มีพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 4.1) อย่างไรก็ตาม การใช้ที่ดินเพื่อการผลิตพืชอาหารที่นำไปเป็นพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในภาพรวมยังไม่ชัดเจนมากนัก เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สำหรับการผลิตมันสำปะหลังและอ้อยยังมีความผันผวน แม้แนวโน้มจะมีทิศทางพื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นก็ตาม

ตารางที่ 4.1 พื้นที่เพาะปลูกพืชอาหารบางชนิดและพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ค่าเฉลี่ยพื้นที่เพาะปลูก (ไร่)				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	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, 2554ก

ตารางที่ 4.2 แสดงผลผลิตต่อไร่ของการผลิตพืชกลุ่มอาหารบางชนิด และพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ทั้งนี้ในกลุ่มพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย พืชทั้งสองชนิดนี้ พบว่ามีแนวโน้มผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น โดยอ้อยจะมีแนวโน้มผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นในช่วงปีพ.ศ. 2551-54 มากกว่าการเพิ่มขึ้นของมันสำปะหลัง ส่วนในกลุ่มพืชอาหารหลัก ทั้งข้าวนาปีและข้าวนาปรังมีผลผลิตต่อไร่เปลี่ยนแปลงลดลงในช่วงปีพ.ศ. 2551-2554 รวมถึงการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อไร่ของข้าวฟ่าง ถั่วลิสง ถั่วเขียว และสับปะรด ซึ่งก็ลดลงด้วยเช่นกัน ส่วนการผลิตข้าวโพด ที่เป็นพืชอาหารสัตว์มีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงเวลาเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม หากเปรียบเทียบช่วงเวลาระหว่างปีพ.ศ. 2551-54 กับช่วงเวลาปีพ.ศ. 2539-42 พบว่าผลผลิตพืชเกือบทุกชนิดได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงกว่าในอดีต ยกเว้นข้าวฟ่าง อาจเป็นเพราะการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปสู่การใช้เทคโนโลยีทางพันธุกรรม รวมถึงเทคโนโลยีการผลิตในด้านเขตกรรมของเกษตรกร เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของพืชอาหารบางชนิดและพืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงานปี พ.ศ. 2539-2554

รายการ	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ตัน)				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	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, 2554ก

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงราคาพืชอาหารและพืชอาหารที่ใช้เป็นพืชพลังงาน

ในช่วงปีพ.ศ. 2539-2554 พืชอาหารหลักและพืชอาหารที่นำไปใช้เป็นพืชพลังงาน มีระดับราคาเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงราคาที่เกิดขึ้นจริงตามดัชนีราคาสินค้าเกษตรกลุ่มธัญพืชและอาหาร พบว่า ในกลุ่มพืชอาหารที่นำไปใช้เป็นพืชพลังงาน โดยเฉพาะมันสำปะหลังเป็นพืชที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาที่แท้จริงที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด (ร้อยละ 10.22) รองลงมา คือ อ้อย (ร้อยละ 3.95) ในขณะที่พืชอาหารทั้งข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และสับปะรด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงราคาที่แท้จริงลดลง (ตารางที่ 4.3 และ 4.4)

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เกษตรกรที่ปลูกพืชมันสำปะหลังและอ้อยมีทิศทางของรายได้ที่แท้จริงเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันได้สะท้อนให้เห็นว่าเกษตรกรที่ปลูกพืชอาหารอื่นมีรายได้ที่แท้จริงลดลง

ตารางที่ 4.3 ราคาฟาร์มที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา 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 และค่าในวงเล็บเป็นค่าติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554ก

ตารางที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงราคาฟาร์มที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยและราคาที่แท้จริง ปี พ.ศ. 2547-2554

รายการ	ราคาที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ย ปี 2547-2554 (บาท/กก.)	อัตราการเปลี่ยนแปลง ของราคาที่เกษตรกร ได้รับเฉลี่ย ปี 2547-2554	ราคาที่แท้จริงเฉลี่ย ปี 2547-2554 (ปรับดัชนีราคา)	อัตราการ เปลี่ยนแปลงของ ราคาที่แท้จริงเฉลี่ย 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)

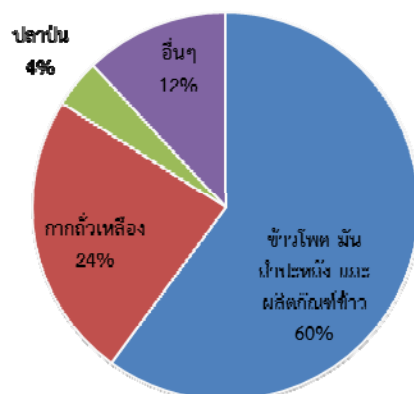
หมายเหตุ : * หน่วยเป็นบาทต่อตัน ค่าในวงเล็บติดลบ และใช้ดัชนีราคาสินค้าเกษตรหมวดพืชไร่ โดยปีพ.ศ. 2548 เป็นปีฐาน

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554ก และจากการคำนวณ

4.3 โครงสร้างพืชอาหารที่เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์

พืชอาหารและพืชพลังงานบางชนิดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการผลิตอาหารสัตว์ ในภาพรวมแล้วพืชที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด และกากถั่วเหลือง ในส่วนของกากถั่วเหลืองนั้น ส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้า ส่วนวัตถุดิบจำพวก ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลังเป็นวัตถุดิบที่ได้จากการผลิตภายในประเทศ ทั้งนี้มีองค์ประกอบรวมกันถึงร้อยละ 60 (ดังภาพที่ 4.2)

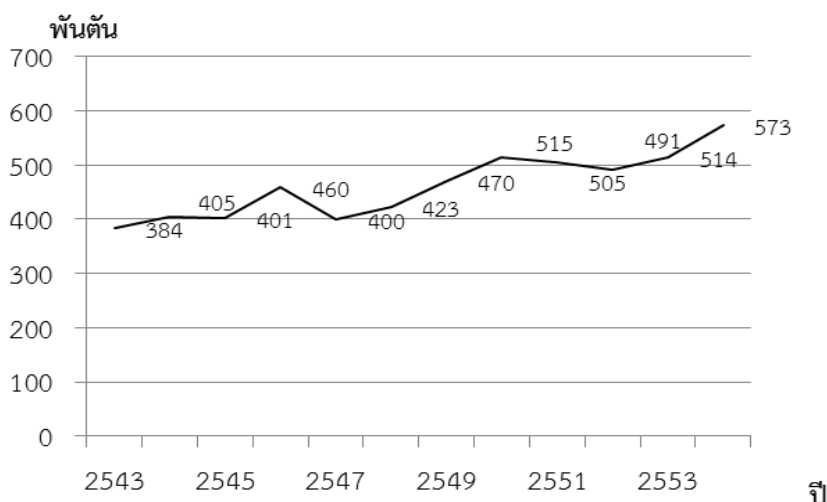
ภาพที่ 4.2 โครงสร้างการใช้วัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารสัตว์



ที่มา : สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทยแห่งประเทศไทย, 2555

ช่วงเวลาที่ผ่านมารายการขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ทั้งเพื่อการใช้ภายในประเทศและเพื่อการส่งออกอาหารสัตว์ไปยังต่างประเทศ ก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดความต้องการวัตถุดิบเพื่อการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นตามมาด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะการใช้มันสำปะหลังและข้าวโพด (ภาพที่ 4.3) อย่างไรก็ตาม กรณีมันสำปะหลัง การที่เป็นได้ทั้งพืชอาหาร พืชพลังงาน และพืชอาหารสัตว์ของมันสำปะหลัง ทำให้เกิดการแข่งขันในการใช้วัตถุดิบ และความมีจำกัดของอุปทานผลผลิตได้ผลักดันให้ระดับราคามันสำปะหลังรวมถึงต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ปรับตัวสูงขึ้นตามไปด้วย

ภาพที่ 4.3 แนวโน้มปริมาณการใช้วัตถุดิบมันเส้นในการผลิตอาหารสัตว์



ที่มา : สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทยแห่งประเทศไทย, 2555 และจากการคำนวณ

4.4 พืชอาหารที่นำมาใช้เป็นพืชพลังงาน : การกระจายของผลผลิต

ในที่นี้จะนำเสนอลักษณะการกระจายการใช้ผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยในภาพรวม และการใช้เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานชีวภาพของไทย ทั้งมันสำปะหลังและอ้อยมีการใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ รวมถึงการส่งออก

4.4.1 การกระจายผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยในภาพรวม

นับตั้งแต่ปีพ.ศ. 2551 จนถึงพ.ศ. 2555 การใช้มันสำปะหลังภายในประเทศลดลงเฉลี่ยร้อยละ 8 ต่อปี ในขณะที่ใช้แปรรูปเพื่อการส่งออกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 15 ต่อปี มันสำปะหลังส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง อาทิ อุตสาหกรรมอาหาร อาหารสัตว์ สารให้ความหวาน ผงชูรส กระจก และสิ่งทอ นอกจากนี้ ยังมีความต้องการใช้มันสำปะหลังเพื่อการผลิตเอทานอล แต่ยังมีอยู่เป็นจำนวนจำกัด โดยประมาณว่าผลผลิตมันสำปะหลังร้อยละ 2 ใช้ไปในการผลิตเอทานอล

สำหรับการใช้อ้อยนั้น เป็นการใช้เพื่อการผลิตน้ำตาลเป็นสำคัญ ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออก พบว่า ปริมาณการใช้อ้อยมีเพิ่มขึ้นทุกปี เฉลี่ยร้อยละ 7 ต่อปี (ตารางที่ 4.5) เนื่องจากความต้องการจากภาคอุตสาหกรรมน้ำตาลที่ขยายตัว การผลิตน้ำตาลของไทยเป็นการผลิตเพื่อการส่งออกในสัดส่วนที่สูงกว่าการใช้ภายในประเทศ อีกทั้งสถานการณ์การแปรรูปอ้อยเพื่อผลิตน้ำตาล (ในรูปของน้ำตาลอ้อย) มีอัตราการขยายตัวมากกว่าการใช้ในประเทศ

ตารางที่ 4.5 การกระจายผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อยในภาพรวมทั้งเพื่อการใช้ในประเทศและการแปรรูปเพื่อส่งออก

การใช้มันสำปะหลัง	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%
การใช้อ้อย						
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%

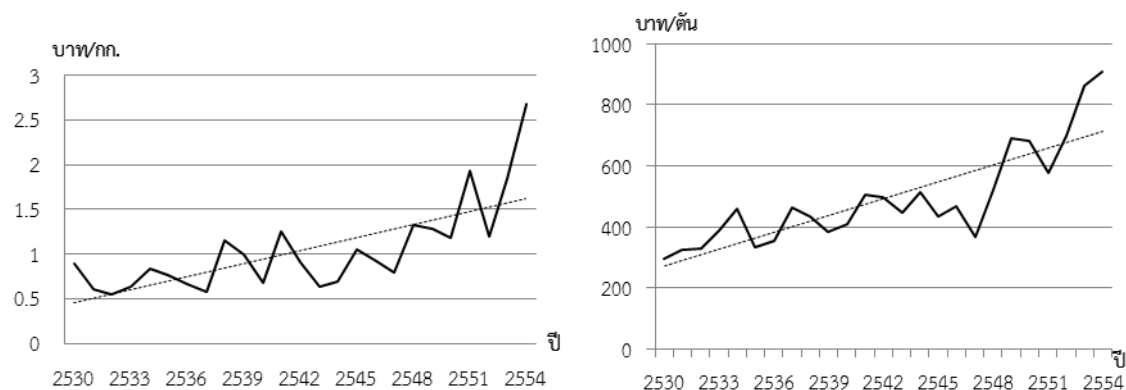
ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556

4.2.2 ทิศทางการเปลี่ยนแปลงราคามันสำปะหลังและอ้อย

ที่ผ่านมาราคาพืชพลังงานทั้งอ้อยและมันสำปะหลัง มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด นับจากปีพ.ศ. 2530 – 2554 พบว่า แนวโน้มราคามันสำปะหลังสูงขึ้น โดยเฉลี่ยร้อยละ 11 ต่อปี และเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 40 ในช่วงปีพ.ศ. 2553 - 2554 เช่นเดียวกับแนวโน้มราคาอ้อยที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉลี่ยร้อยละ 6 ต่อปี (ภาพที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของราคาเปรียบเทียบ 2 ช่วงเวลา ก่อนและหลังปีพ.ศ.2547 พบว่า การปรับตัวของราคามันสำปะหลังเกิดขึ้นเพราะความต้องการใช้ที่มีมากขึ้นจากอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิ อาหารสัตว์ เอทานอล และแป้ง เป็นต้น เช่นเดียวกันกับอ้อย

ภาพที่ 4.4 ทิศทางราคามันสำปะหลังปีพ.ศ. 2530 – 2554 (ซ้าย) และทิศทางราคาอ้อยปีพ.ศ. 2530 – 2554 (ขวา)

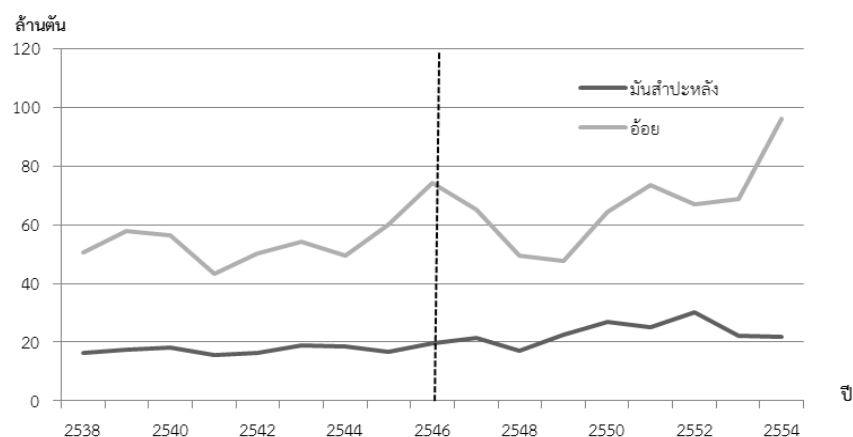


ที่มา :จากการคำนวณ

4.4.3 ทิศทางการใช้ที่ดินในการผลิตมันสำปะหลังและอ้อย

ทิศทางที่เพิ่มขึ้นของราคามันสำปะหลังและอ้อย มีผลต่อเนื่องไปยังการใช้ที่ดินของพืชทั้งสองตามมา กล่าวคือจากปริมาณผลผลิตที่มีทิศทางสัมพันธ์กับระดับราคาในช่วงปีพ.ศ. 2538-2554 ปริมาณการผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.5 ต่อปี ในขณะที่อ้อยมีผลผลิตเฉลี่ยร้อยละ 6 ต่อปี (ภาพที่ 4.5)

ภาพที่ 4.5 ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย ปีพ.ศ. 2538 – 2554



ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555ฉ

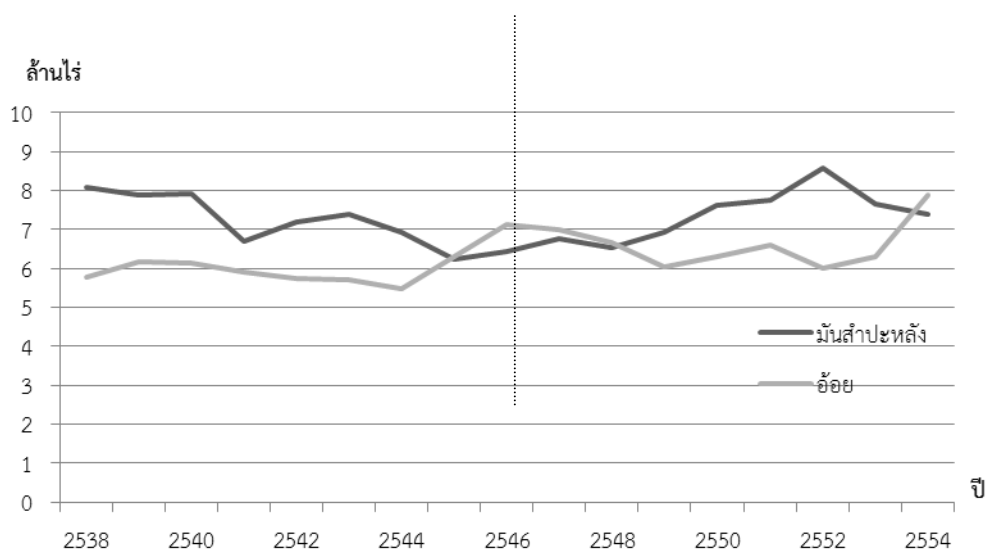
เมื่อเปรียบเทียบอัตราการใช้ที่ดินเพื่อเพาะปลูกพืชพลังงานทั้งสองชนิดนี้ ช่วงก่อนและหลังปี พ.ศ. 2547 ก็พบว่า

การปลูกมันสำปะหลัง : ช่วงปีพ.ศ. 2539-2546 ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 2.5 ต่อปี
ช่วงปีพ.ศ. 2547-2554 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2 ต่อปี

การปลูกอ้อย : ช่วงปีพ.ศ. 2539-2546 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3 ต่อปี
ช่วงปีพ.ศ. 2547-2554 เฉลี่ยร้อยละ 1.75 ต่อปี

ทั้งนี้ ปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นนั้น มีความสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่วนการขยายตัวผลผลิตของอ้อยไม่ได้ส่งผลต่อการขยายตัวของการใช้ที่ดิน ทั้งนี้เพราะเกิดจากการขยายตัวของผลผลิตต่อเนื่องที่สำคัญ (ภาพที่ 4.6 และตารางที่ 4.6)

ภาพที่ 4.6 พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อย ปีพ.ศ. 2538 – 2554



ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 4.6 ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของมันสำปะหลังและอ้อยในแต่ละช่วงเวลา ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2539-2554

รายการ	ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)				อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)		
	ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 1-2	ช่วงที่ 2-3	ช่วงที่ 3-4
	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

หมายเหตุ : ค่าในวงเล็บติดลบ

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555 และจากการคำนวณ

4.4.4 การปรับตัวในการส่งออก

ประเทศไทยถือเป็นประเทศผู้ส่งออกหลักผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในตลาดโลก โดยมีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 70 ของโลก มีประเทศคู่ค้าหลัก คือ จีนนำเข้ามันเส้นและแป้งมัน เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแอลกอฮอล์ เอทานอล กระดาษและสิ่งทอ ส่วนญี่ปุ่นนำเข้ามันอัดเม็ดและแป้งมัน เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ และอาหาร

ในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2550-2554) พบว่า ผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง มีแนวโน้มการส่งออกเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของประเทศคู่ค้า โดยมันอัดเม็ดมีการส่งออกลดลงเฉลี่ยร้อยละ 55 ต่อปี เพราะผู้ผลิตอาหารสัตว์ในตลาดประเทศยุโรป หันไปใช้ธัญพืชอื่นเป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์แทนมันสำปะหลัง จึงลดการนำเข้ามันอัดเม็ดจากไทยลง ในขณะที่มันเส้นมีอัตราการส่งออกเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 43 เพราะจีนนำไปผลิตเอทานอล ส่งผลให้ราคาส่งออกมันเส้นสูงขึ้น เช่นเดียวกับราคากากมันสำปะหลังที่นำไปใช้ผลิตอาหารสัตว์ทดแทนมันเส้นที่มีราคาแพง (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่กากน้ำตาลมีการส่งออกลดลง เนื่องจากใช้ผลิตเอทานอลภายในประเทศ แต่มีราคาสูงขึ้นอย่างมาก (ตารางที่ 4.8) จากราคาตันละ 2,287 บาท ในปี พ.ศ. 2550 เพิ่มขึ้น 3,388 บาท ในปีพ.ศ. 2554

ตารางที่ 4.7 การส่งออกผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลัง ปีพ.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	
หัวมันสด และอื่นๆ	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	ปริมาณ (ตัน)	7,136,553	5,196,453	7,314,650	7,269,678	6,867,551	2%
เฉลี่ย	ราคา(บาท/ตัน)	6,716	9,183	7,059	9,423	11,599	

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

ตารางที่ 4.8 การส่งออกผลิตภัณฑ์กากน้ำตาล ปีพ.ศ. 2550-2554

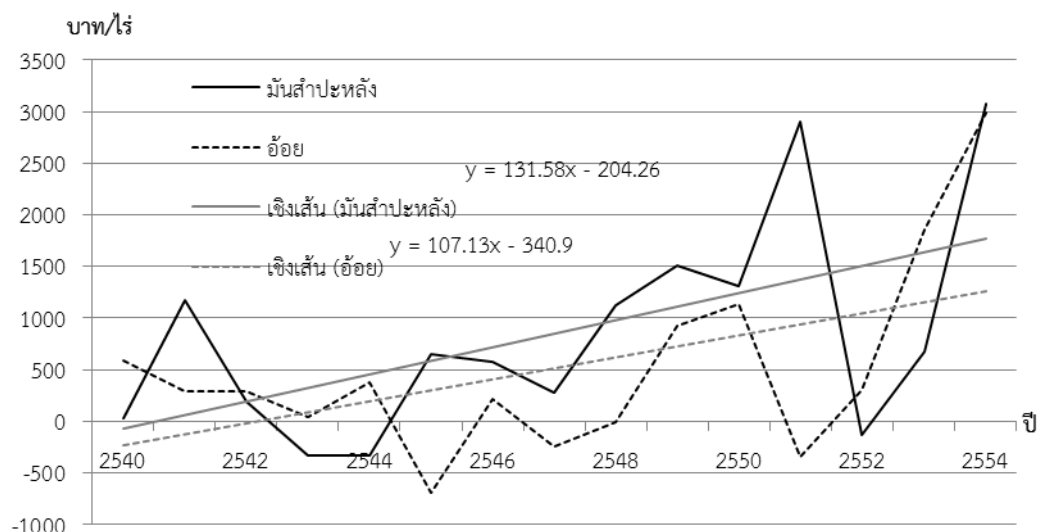
ผลิตภัณฑ์	2550	2551	2552	2553	2554	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ย
กากน้ำตาล ปริมาณ (ตัน)	549,335	786,953	443,769	237,319	396,942	5%
ราคา (บาท/ตัน)	2,287	2,162	3,230	4,103	3,388	

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555

4.4.5 แนวโน้มรายได้ของเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลังและอ้อย

ปัจจัยสำคัญที่มุ่งใจเกษตรกรผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้น ก็คือ ผลตอบแทนจากการผลิต ทั้งนี้พบว่า แนวโน้มรายได้สุทธิของเกษตรกรต่อไร่ จากผลผลิตมันสำปะหลังและอ้อย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.7) ทั้งนี้ผลตอบแทนสุทธิต่อไร่ของมันสำปะหลังมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอ้อยเล็กน้อย แนวโน้มรายได้สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังมีอัตราผลตอบแทนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 131.6 บาทต่อไร่ต่อปี ในขณะที่แนวโน้มรายได้สุทธิของเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยมีอัตราผลตอบแทนเท่ากับ 107.1 บาทต่อไร่ต่อปี รายได้สุทธิที่ปรับเปลี่ยนสูงขึ้นดังกล่าว ย่อมจะเป็นแรงจูงใจให้การผลิตพืชทั้งสองชนิดขยายตัวในอนาคต

ภาพที่ 4.7 แนวโน้มรายได้สุทธิของเกษตรกร ปีพ.ศ. 2540-2554



ที่มา : จากการคำนวณ

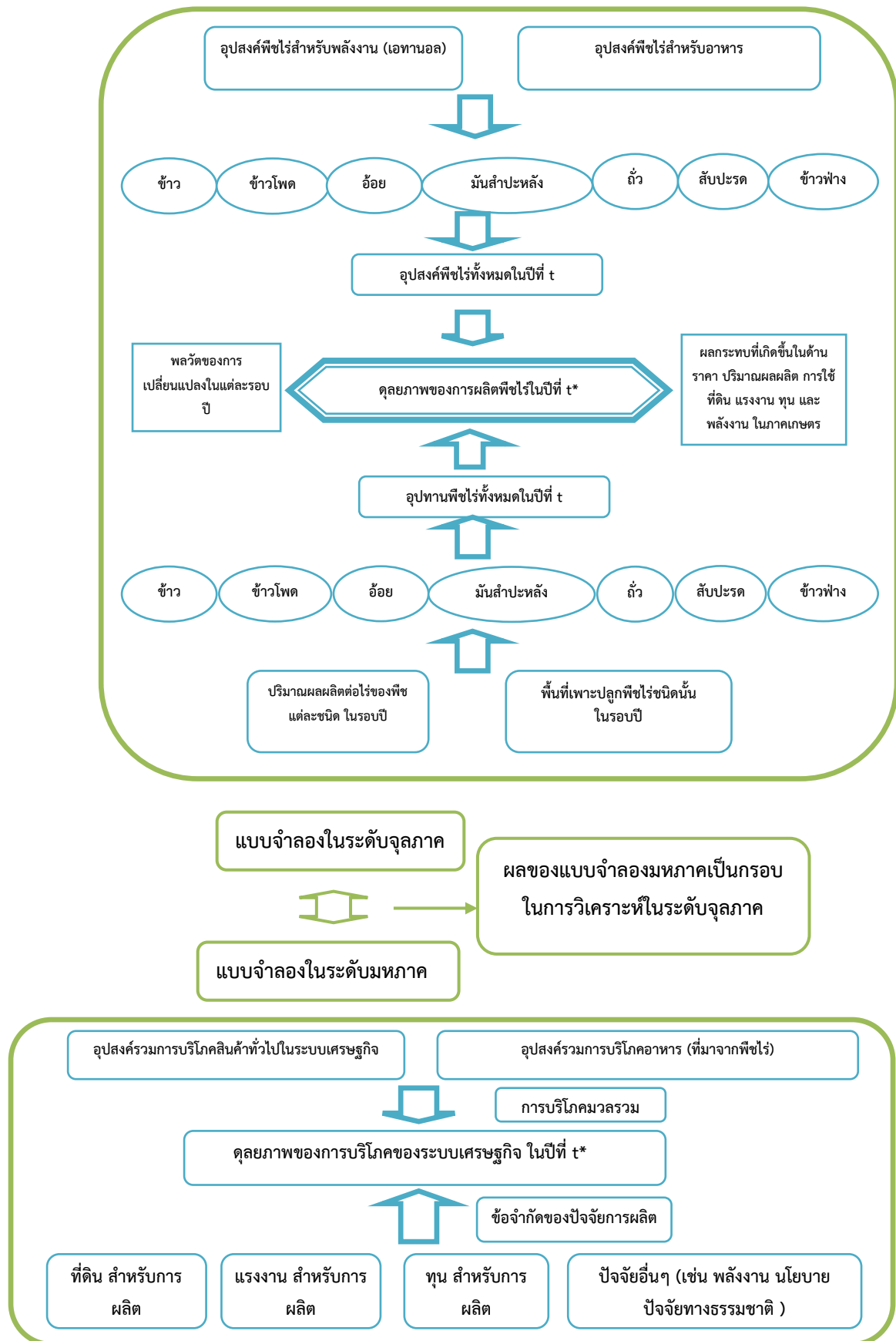
โดยสรุป ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตพืชนั้น พบว่า มีการขยายตัวในกลุ่มพืชอาหารหลักโดยเฉพาะข้าว ส่วนข้าวโพดนั้นมีการขยายตัวจากการผลิตอาหารสัตว์ที่ขยายตัว สำหรับกลุ่มอาหารอื่นๆ เช่น ถั่วต่างๆ และข้าวฟ่าง พบว่า มีการหดตัวในการใช้พื้นที่การผลิต ในส่วนพืชอาหารที่ใช้เป็นพืชพลังงาน ได้แก่ มันสำปะหลังและอ้อย พบว่าที่ผ่านมาการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่การผลิตยังมีความผันผวน แต่มีทิศทางการขยายตัวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะมันสำปะหลังนั้นได้นำไปใช้เป็นทั้งพืชอาหาร พืชอาหารสัตว์ และพืชพลังงาน อุปสงค์ที่ขยายตัวของการใช้มันสำปะหลังมีผลต่อระดับราคาของพืชชนิดนี้ปรับตัวขึ้นสูงมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ อ้อยซึ่งเป็นทั้งพืชอาหารและพืชพลังงาน ตลาดส่งออกน้ำตาลที่ขยายตัวพร้อมกับราคาที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งอ้อยได้นำมาใช้ในการผลิตพลังงานชีวภาพ จึงมีส่วนสำคัญที่ทำให้ราคาอ้อยปรับสูงขึ้นรองจากมันสำปะหลัง และปรับเพิ่มสูงกว่าราคาพืชอาหารอื่นๆ ผลกระทบจากการขยายตัวความต้องการมันสำปะหลังและอ้อยที่มีมากขึ้น มีส่วนผลักดันให้เกษตรกรที่ปลูกอ้อยและน้ำตาลมีทิศทางของรายได้สุทธิเพิ่มสูงขึ้นตามมาด้วยเช่นกัน

ในบทต่อไป จะได้นำเสนอแบบจำลองที่จะใช้ในการอธิบายผลกระทบและจะใช้ข้อมูลทั้งด้านอุปสงค์ ความต้องการพืชพลังงานเพื่อการผลิตเอทานอล ความต้องการพืชอาหาร ตลอดจนข้อมูลด้านอุปทานการผลิตต่อพื้นที่และผลผลิตต่อไร่ รวมถึงราคาที่น่าไปใช้ในการคำนวณหาค่าผลกระทบจากแบบจำลองต่อไป

การพัฒนาแบบจำลอง

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

การศึกษาในครั้งนี้ นักวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้วิเคราะห์ผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน เรียกว่า PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector โดยเริ่มจากการพัฒนากรอบคิดการสร้างแบบจำลอง แบ่งเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ **แบบจำลองมหภาค** ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร เน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และ **แบบจำลองจุลภาค** ใช้ในการวิเคราะห์หาผลกระทบของการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง สับปะรด และถั่วต่างๆ) โดยวิเคราะห์จากอุปสงค์และอุปทานของพืชไร่ เมื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อปัจจัยต่างๆ แล้วก็สามารถหาแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทยในอนาคต หากมีการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAC

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

5.1 กรอบแนวคิดการสร้างแบบจำลอง (Framework of the Model)

แนวคิดการพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS นี้ได้วางกรอบการวิเคราะห์แยกในระดับจุลภาคต่างกัน เนื่องจากพืชไร่แต่ละชนิดมีการใช้ที่ดินแตกต่างกัน ดังนั้นการวิเคราะห์ดุลยภาพในระดับจุลภาคและมหภาคจึงมีความแตกต่างกัน

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ดุลยภาพการผลิตพืชพลังงานเพื่อผลิตเอทานอล มีแนวคิดจากพืชไร่หลัก คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง สับปะรด และถั่วต่างๆ แบ่งเป็นอุปสงค์ อุปทาน และดุลยภาพของการผลิต ดังนี้

อุปสงค์พืชไร่ ประกอบด้วย อุปสงค์สำหรับเป็นวัตถุดิบผลิตอาหาร ทั้งการบริโภคโดยตรง วัตถุดิบในภาคอุตสาหกรรม และเพื่อการส่งออก รวมทั้งอุปสงค์สำหรับผลิตเป็นพลังงานจากพืชพลังงาน (มันสำปะหลัง อ้อย)

อุปทานพืชไร่กำหนดโดย ผลคูณปริมาณผลผลิตต่อไร่ของพืชชนิดนั้น กับ พื้นที่ที่ทำการผลิตพืชชนิดดังกล่าว

ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ทั้ง ทุน แรงงาน ที่ดิน และปัจจัยอื่นๆ อาทิ เทคโนโลยี ปัจจัยทางธรรมชาติ นโยบายที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

ดุลยภาพอุปสงค์และอุปทานพืชไร่ จะวิเคราะห์แบบ Simultaneous เพื่อให้ได้ดุลยภาพการผลิตพืชไร่แต่ละชนิดในปีที่ t และได้ดุลยภาพในแต่ละรอบปีซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงการผลิตแบบพลวัต

5.2 โครงสร้างแบบจำลอง (Structural of the Model)

แบบจำลอง PEM-TAS พัฒนามาจาก 2 องค์ประกอบหลัก คือ แบบจำลองมหภาคและแบบจำลองจุลภาค

5.2.1 แบบจำลองมหภาค (Macro Planning Model) พัฒนาจากแนวคิดการพัฒนาที่ยั่งยืน และทฤษฎีการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ทางเศรษฐศาสตร์มหภาค แนวคิดจาก Optimal Control Theory ด้วยวิธีการของ The Pontryagin Maximum Principle (Leonard and Van Long, 1992) ซึ่งหลักการของ Optimal Control Theory ได้รับการยอมรับว่า เป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์การพัฒนายั่งยืน (Sustainable Development) โดยแบบจำลองจะมีองค์ประกอบการใช้ปัจจัยการผลิตและตัวแปรที่เหมาะสมกับสถานะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

โครงสร้างแบบจำลองมหภาคเป็นแบบจำลองในระบบเศรษฐกิจเปิด (มีภาคการค้าระหว่างประเทศ) อาศัยการวิเคราะห์ในมุมมองของ Continuous Time Social Planner Problem ภายใต้ดุลการค้าระหว่างประเทศ และความสมดุลระหว่างสมการการผลิต และความต้องการในการบริโภค ซึ่งแบบจำลองจะทำการประมาณค่าที่ได้รับอรรถประโยชน์สูงสุดของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลาที่ต่อเนื่องภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ของทรัพยากร ดังสมการที่ (5A.1)-(5A.13)

The objective of the function;

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

การอธิบายความหมายของสมการและตัวแปร มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จากสมการที่ (5A.1)-(5A.13) ในทุกสมการจะหมายถึง ดุลยภาพ ณ ช่วงเวลา t และดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาจะถูกวิเคราะห์ตั้งแต่เวลา 0-T ดังนั้น ตัวแปรทุกตัวในสมการจึงอ้างอิงด้วยสัญลักษณ์ t โดยแต่ละสมการสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

สมการที่ (5A.1) คือสมการวัตถุประสงค์ซึ่งจำลองมาจากฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจที่ได้ปรับค่าตามอัตราคิดลด (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 มีค่าเท่ากับ การลงทุนทั้งหมด (I_t) หักด้วยค่าเสื่อมของทุน (δk_t) โดยที่อัตราการเสื่อมเท่ากับ δ และ k_t คือ ทุนทางกายภาพในระบบเศรษฐกิจ

สมการที่ (5A.3) คือสมการการผลิตของสินค้าในระบบเศรษฐกิจ 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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตามลำดับ ที่ใช้ในการผลิตสินค้าทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจตามลำดับ (ไม่นับรวมสินค้าที่มาจากพืชพลังงาน) โดยการผลิตทั้งหมด จะมีค่าเท่ากับสินค้าที่บริโภคและใช้ภายในประเทศ (y_t^d) รวมกับสินค้าที่ส่งออก (y_t^{ex})

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

สมการที่ (5A.5) คือสมการการผลิตอ้อย ซึ่งเป็นฟังก์ชันการผลิต $F_{Su}(k_t^{Su}, N_t^{Su}, L_t^{Su}, U_t^{Su})$ ของทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน โดยมูลค่าผลผลิตที่ได้จากฟังก์ชันการผลิตจะเท่ากับผลรวมของมูลค่าอ้อยที่ใช้บริโภคภายในประเทศ (Su_t^d) ใช้ในการส่งออก (Su_t^{ex}) และมูลค่าอ้อยที่ใช้ในการผลิตพลังงาน (Su_t^E)

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

สมการที่ (5A.7) คือสมการการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน 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 และพลังงานที่ใช้ในการผลิตพลังงาน (เอทานอล) โดยมีค่าเท่ากับพลังงานจากพืชพลังงาน (E_t)

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

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

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

สมการที่ (5A.11) คือสมการข้อจำกัดของการใช้พลังงานอย่างเต็มที่ โดยแหล่งที่มาของพลังงานมาจากการนำเข้า (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) โดยผลรวมมูลค่าของการส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยแปลงปริมาณกลับมาเป็นมันสำปะหลัง (Ca_t^{ex}) มูลค่าของการส่งออกน้ำตาลโดยแปลงปริมาณกลับมาเป็นอ้อย

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

(Su_t^{ex}) และมูลค่าของการส่งออกสินค้าอื่นในระบบ (y_t^{ex}) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมูลค่าการนำเข้าพลังงาน (U_t^{im}) โดยกำหนดให้ B_{Ca} คือ มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อการส่งออก โดยคำนวณจากดัชนีถ่วงน้ำหนักของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเพื่อการส่งออกทุกชนิด และ B_{Sux} คือ มูลค่าวัตถุดิบอ้อยต่อผลิตภัณฑ์น้ำตาลเพื่อการส่งออก B_{yex} คือ สัดส่วนมูลค่าสินค้าส่งออกอื่นๆ ต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน และ A_{Jim} คือ สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน

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

เมื่อกำหนดค่าตัวแปรและข้อมูลที่จะใช้ในแบบจำลองได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการประมาณดุลยภาพตามช่วงเวลาของทุกตัวแปร เพื่อให้เกิดความเหมาะสมของการจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจ และหาผลกระทบจากการจัดสรรปัจจัยการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป 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 ขั้นตอนแรกจะเป็นการกำหนดฟังก์ชันที่เรียกว่า Hamiltonian Function ของเซตสมการ (5A.1-5A.13) ซึ่งกำหนดได้ดังนี้

Present Value Hamiltonian;

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

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

ขั้นต่อไปเป็นการกำหนดตัวแปร Lagrangian Multipliers โดยกำหนดให้ $\mu_{Ca}, \mu_{Su}, \mu_E, \eta_k, \eta_N, \eta_L, \eta_U$, และ η_T แทน Lagrangian Multipliers ของการผลิตมันสำปะหลัง อ้อย เอทานอล การสะสมทุน แรงงาน ที่ดิน พลังงาน และการค้าระหว่างประเทศ ตามลำดับ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณสมการ Current Value Necessary Conditions

หลังจากคำนวณ Present Value Necessary Conditions ได้แล้วนั้น ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการคำนวณหา Current Value Necessary Conditions เพื่อคำนวณหาเงื่อนไขที่จำเป็นในแต่ละช่วงเวลา

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

หรือ ณ เวลา t ซึ่งกำหนดให้ค่า Costate Variable หรือ $\lambda_t = e^{rt} \varphi_t$ และ $\dot{\lambda}_t = re^{rt} \varphi_t + e^{rt} \dot{\varphi}_t$ โดยที่ λ_t คือ Costate Variable ในแต่ละช่วงเวลา (Current Value of Costate Variable)

นอกจากนี้ ได้กำหนดค่า 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 $v_E = e^{rt} \mu_E$.

เมื่อกำหนดค่าตัวคูณต่างๆ ได้แล้ว จึงสามารถคำนวณหาเงื่อนไขที่จำเป็นในแต่ละช่วงเวลา หรือ Current Value Necessary Conditions ได้ดังสมการที่ (5A.51) - (5A.85) ดังนี้

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\lambda_t^* = \lambda_t^*(r + \delta) - \varphi_k^* \quad (5A.84)$$

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

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาคำตอบของสมการด้วยวิธีการ Maximum Principle

การหาเซตคำตอบของดุลยภาพในแต่ละช่วงเวลาด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่า The Maximum Principle นั้น เป็นวิธีการหนึ่งในการหาคำตอบของการวิเคราะห์หาความเหมาะสมในรูปแบบพลวัต ผลของการแก้สมการที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาก็คือค่าดุลยภาพที่เกิดขึ้นตลอดช่วงระยะเวลา 0-T หรือเรียกว่า The Optimal Path ของตัวแปรต่างๆ

โดยเซตคำตอบของสมการจะประกอบด้วยค่าดุลยภาพที่ได้จากสมการ Current Value Necessary Equations ในสมการ (5A.16) - (5A.50) ซึ่งประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

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 และอัตราการเปลี่ยนแปลงของการสะสมทุนในแต่ละช่วงเวลานั้น จะขึ้นอยู่กับการผลิตสินค้ามวลรวมที่หักจากการส่งออกและค่าเสื่อมของการสะสมทุน ดังสมการ $\dot{k}_t = F^{y*}(\cdot) - y_t^{d*} - y_t^{ex*} - \delta k_t^*$

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

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

ดังนั้น จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในการสะสมทุนในสถานะดุลยภาพระยะยาว และการลงทุนทั้งหมดในระบบเศรษฐกิจจะมีค่าเท่ากับอัตราค่าเสื่อมเท่านั้น

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดรูปแบบฟังก์ชันของแต่ละสมการการผลิตและการบริโภค

เมื่อได้โครงสร้างและการคำนวณ โดยใช้แนวคิดการหาค่าตอบเขตของสมการด้วยวิธี Maximum Principle เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงค่าในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการกำหนดฟังก์ชันในสมการต่างๆ เพื่อคำนวณค่าและหาคำตอบจากข้อมูลจริง

การศึกษาในครั้งนี้มีข้อสมมติดังต่อไปนี้ คือ

- มีการทดแทนกันอย่างสมบูรณ์ระหว่างเอทานอลและพลังงานขั้นสุดท้าย
- อัตราดอกเบี้ยและอัตราเสื่อมของทุนมีค่าคงที่
- แรงงานในระบบเศรษฐกิจมีค่าคงที่ (หรืออัตราการเติบโตของประชากรประเทศไทยเพิ่มขึ้นในอัตราคงที่)
- ฟังก์ชันการผลิต การบริโภคของระบบเศรษฐกิจอยู่ในรูปแบบของ Cobb Douglas Functions ซึ่งกำหนดรูปแบบดังสมการที่ (5A.87) - (5A.91)

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

$$Ca_t^d + Ca_t^{ex} + Ca_t^E - A_{Ca} [(k_t^{Ca})^{i2} \cdot (N_t^{Ca})^{j2} \cdot (L_t^{Ca})^{m2} \cdot (U_t^{Ca})^{n2}] \leq 0 \quad (5A.89)$$

$$Su_t^d + Su_t^{ex} + Su_t^E - A_{Su} [(k_t^{Su})^{i3} \cdot (N_t^{Su})^{j3} \cdot (L_t^{Su})^{m3} \cdot (U_t^{Su})^{n3}] \leq 0 \quad (5A.90)$$

$$E_t - A_E [(k_t^E)^{i4} \cdot (N_t^E)^{j4} \cdot (Ca_t^E)^{Bet4} \cdot (Su_t^E)^{Gam4} \cdot (U_t^E)^{Gamm} \cdot (U_t^E)^{n4}] \leq 0 \quad (5A.91)$$

โดย Alp Bet และ Gam คือค่า Preference Parameters ของสมการการบริโภคของสินค้าในระบบเศรษฐกิจ รวมทั้งสินค้าอาหารที่ได้จากอ้อยและมันสำปะหลัง

$i1 - i4$ คือ ค่าความยืดหยุ่นผลผลิตของปัจจัยการสะสมทุนในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

$j1 - j4$ คือ ค่าความยืดหยุ่นผลผลิตของปัจจัยแรงงานในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

$m1 - m3$ คือ ค่าความยืดหยุ่นผลผลิตของปัจจัยที่ดินในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

$n1 - n4$ คือ ค่าความยืดหยุ่นผลผลิตของปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าต่างๆ ดังต่อไปนี้ สินค้าอื่นๆ ในระบบเศรษฐกิจ มันสำปะหลัง อ้อย และ เอทานอล ตามลำดับ

$Bet4$ $Gam4$ $Gamm$ คือ ค่าความยืดหยุ่นผลผลิตของวัตถุดิบ มันสำปะหลัง อ้อย และ กากน้ำตาล ในการผลิตเอทานอล ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6 ทดสอบแบบจำลองกับข้อมูล

หลังจากได้กำหนดฟังก์ชันและแทนค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่ควรมีอยู่ในสมการแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองด้วยข้อมูลสมมติ เพื่อทดสอบความสามารถของแบบจำลองในการทดสอบแบบจำลองนั้น จะทำการทดสอบกับข้อมูลจริงเพื่อเปรียบเทียบผลจากสถานการณ์ที่ผ่านมา และคัดเลือกปรับค่าพารามิเตอร์บางตัวเพื่อให้แบบจำลองมีความเหมาะสมมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 นำแบบจำลองไปใช้กับชุดข้อมูลจริง

ภายหลังจากได้แบบจำลองที่สมบูรณ์แล้ว จะนำแบบจำลองไปคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงในขนาดแบบพลวัตเพื่อคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการผลิตและการบริโภคในอนาคตที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 8 คำนวณหาคำตอบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ถือเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์แบบจำลองมหภาค โดยหาเซตคำตอบจากการใช้ข้อมูลจริงเพื่อคำนวณหาค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้ เซตคำตอบของดุลยภาพในสถานะดุลยภาพระยะยาวของระบบเศรษฐกิจ เซตคำตอบของดุลยภาพในสถานะเริ่มต้นของระบบเศรษฐกิจและเส้นการเคลื่อนที่ของตัวแปรทั้งหมดเมื่อมีการปรับตัวเข้าสู่ดุลยภาพในระยะยาว

แบบจำลอง PEM-TAS ที่ได้กล่าวถึงนี้ จะได้นำไปใช้ทดสอบผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเพิ่มขึ้นของการผลิตพืชพลังงานในระบบการผลิตพืชอาหาร ตลอดจนผลกระทบต่อทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคการเกษตร ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทต่อไป

5.2.2 แบบจำลองจุลภาค (Micro Planning Model)

การวิเคราะห์ในระดับจุลภาค จะทำการวิเคราะห์ดุลยภาพการผลิตพืชไร่ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด โดยมีรายละเอียดดังนี้

อุปทานพืชไร่ กำหนดจากพื้นที่ทำการเพาะปลูกคูณกับปริมาณผลผลิตต่อไร่ ในการประมาณอุปทานพืชไร่ จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้ในการเพาะปลูกพืชไร่ในประเทศไทย และหาแนวโน้มผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี

อุปสงค์พืชไร่ เป็นอุปสงค์สืบเนื่องมาจากความต้องการพืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่เพื่อผลิตอาหารสัตว์ อุปสงค์พืชไร่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูป อุปสงค์พืชไร่เพื่อการส่งออก เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้น

แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่

แบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่นั้น จะทำการวิเคราะห์พืชไร่ 7 ชนิดด้วยกัน คือ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด ภายใต้สมมติฐานว่า พืชทั้ง 7 ชนิดนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน โดยการเปลี่ยนแปลงราคาพืชชนิดใดชนิดหนึ่งใน 7 ชนิดนี้ อาจส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกของพืชชนิดอื่นๆ ไปพร้อมกันด้วย ซึ่งแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ นี้ ประกอบด้วย สมการพื้นที่เพาะปลูกมัน 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 โดยสมการพื้นที่เพาะปลูกพืชในปีปัจจุบัน ขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูกพืชในปีที่ผ่านมา ราคาพืชที่เกษตรกรได้รับในปีที่ผ่านมา และราคาพืชทดแทนอื่นในปีที่ผ่านมา ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดการตอบสนองของอุปทานที่ว่า การตัดสินใจใช้ที่ดินเพาะปลูกพืชของเกษตรกรขึ้นอยู่กับราคาผลผลิตในปีที่ผ่านมา การศึกษาแบบจำลองพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่จะอยู่ภายใต้สมการเงื่อนไขพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ($Land_t$) เท่ากับผลรวมของพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ 7 ชนิด ดังสมการที่ 5B.8

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

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

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

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

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

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

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 ($CASTO_t$) ดังสมการที่ 5B.9 อุปสงค์มันสำปะหลังจะแปลงให้อยู่ในรูปของหัวมันสด โดยมันสำปะหลัง 100 กิโลกรัมจะผลิตมันเส้น/มันอัดเม็ดได้ 40.82 กิโลกรัม หรือผลิตแป้งมันได้ 22.42 กิโลกรัม หรือผลิตเอทานอลได้ 16 ลิตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553ค)

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน (P_{CA_t}) และราคาขายส่งเฉลี่ยของมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลังในปัจจุบัน (P_{CAWS_t}) โดยสมการอุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ ดังสมการที่ 5B.10

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน และราคาส่งออกเฉลี่ยของมันเส้น มันอัดเม็ด และแป้งมันสำปะหลังในปัจจุบัน (P_{CAEX_t}) สมการอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก ดังสมการที่ 5B.11

ปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์มันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมเอทานอล ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน ราคาเอทานอลในปัจจุบัน (P_{ET_t}) และราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ (P_{GA_t}) สมการอุปสงค์มันสำปะหลังจากอุตสาหกรรมเอทานอล ดังสมการที่ 5B.12

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

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

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ ได้แก่ ราคามันสำปะหลังที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตมันสำปะหลังเฉลี่ยต่อไร่ดังสมการที่ 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 ($P_{PI_{t-1}}$) สมการพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังแสดงได้ดังสมการที่ 5B.16

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์มันสำปะหลังจะเท่ากับอุปทานมันสำปะหลัง สมการดุลยภาพมันสำปะหลังดังสมการที่ 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 ($SCIM_t$) ดังสมการที่ 5B.18 โดยอุปสงค์อ้อยและน้ำตาลจะแปลงให้อยู่ในรูปอ้อยสด อ้อย 1 ตันจะผลิตน้ำตาลได้ 108 กิโลกรัม หรืออ้อยสด 100 กิโลกรัมจะผลิตเอทานอลได้ 7 ลิตร (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553ค)

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศ ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน (P_{SC_t}) และราคาขายส่งเฉลี่ยของน้ำตาลในปัจจุบัน (P_{SUSG_t}) สมการอุปสงค์อ้อยที่ใช้ภายในประเทศแสดงดังสมการที่ 5B.19

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน และราคาส่งออกเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ (P_{SUEX_t}) สมการอุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออกแสดงดังสมการที่ 5B.20

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่นำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน และราคานำเข้าเฉลี่ยของน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ (P_{SUIM_t}) สมการอุปสงค์อ้อยที่นำเข้าจากต่างประเทศดังสมการที่ 5B.21 โดยประเทศไทยนำเข้ากากน้ำตาล น้ำตาลทราย น้ำตาลดิบ น้ำตาลและน้ำเชื่อมในปริมาณไม่มากนัก เมื่อเทียบกับปริมาณการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ ข้อมูลปริมาณนำเข้าน้ำตาลดังตารางภาคผนวกที่ 2

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์อ้อยที่ใช้สำหรับผลิตเอทานอล ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน ราคาเอทานอลในปัจจุบัน (P_{ET_t}) ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์ในปัจจุบัน (P_{GA_t}) และราคาน้ำมันเบนซินในปัจจุบัน (P_{BZ_t}) สมการอุปสงค์อ้อยสำหรับใช้ผลิตเอทานอล แสดงดังสมการที่ 5B.22

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

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ในปัจจุบัน ได้แก่ ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปัจจุบัน และแนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ แสดงดังสมการที่ 5B.24

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

สมการอุปสงค์อ้อย

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

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

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

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

สมการอุปทานอ้อย

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

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

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

สมการดุลยภาพอ้อย

$$D_{SC_t} = S_{SC_t} \quad (5B.26)$$

3) แบบจำลองข้าว

อุปสงค์ข้าวทั้งหมดในประเทศไทย (D_{RI_t}) คำนวณจากผลรวมอุปสงค์การบริโภคข้าวในประเทศ ($RIDO_t$) และอุปสงค์ข้าวเพื่อการส่งออก ($RIEX_t$) สมการอุปสงค์ข้าวในประเทศไทยดังสมการที่ 5B.27

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์การบริโภคข้าวภายในประเทศ ได้แก่ ราคาข้าวที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบัน (P_{RI_t}) และราคาขายส่งข้าวสารในปีปัจจุบัน (P_{RIWS_t}) สมการอุปสงค์ข้าวสำหรับบริโภคภายในประเทศ ดังสมการที่ 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 สมการดุลยภาพดังสมการที่ 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 ($MAIM_t$) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ดังสมการที่ 5B.34

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

ปัจจัยกำหนดอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาส่งออกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีปัจจุบัน (P_{MAEX_t}) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับการส่งออก ดังสมการที่ 5B.36

ปัจจัยกำหนดอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า ได้แก่ ราคานำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (P_{MAEX_t}) สมการอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า ดังสมการที่ 5B.37

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

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เฉลี่ยต่อไร่ในปีปัจจุบัน ได้แก่ แนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีปัจจุบัน (T_t) สมการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ต่อไร่ดังสมการที่ 5B.39

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

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะเท่ากับอุปทานข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สมการดุลยภาพข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ดังสมการที่ 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 ($SOIM_t$) ดังสมการที่ 5B.42

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

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

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

อุปทานข้าวฟ่างทั้งหมดในประเทศไทย (S_SO_t) คำนวณจากผลคูณของปริมาณพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างทั้งหมด (A_SO_t) กับผลผลิตข้าวฟ่างเฉลี่ยต่อไร่ ($Yield_SO_t$) ดังสมการที่ 5B.46

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

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

ณ ระดับดุลยภาพ อุปสงค์ข้าวฟ่างจะเท่ากับอุปทานข้าวฟ่าง สมการดุลยภาพข้าวฟ่าง ดังสมการที่ 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 ($BEIP_t$) อุปสงค์ถั่วรวมเพื่อการส่งออก ($BEEX_t$) หักออกด้วยอุปสงค์ถั่วรวมจากการนำเข้า ($BEIM_t$) ดังสมการที่ 5B.50

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

ปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์ถั่วรวมสำหรับส่งออก ได้แก่ ราคาถั่วรวมที่เกษตรกรได้รับในปีปัจจุบันและราคาส่งออกถั่วรวมในปีปัจจุบัน (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 ($A_{BE_{t-1}}$) 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

สมการดุลยภาพสับปะรดเกิดขึ้นเมื่อสมการอุปสงค์สับปะรดเท่ากับสมการอุปทานสับปะรด ดังสมการที่ 5B.64

สมการอุปสงค์สับปะรด

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

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

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

สมการอุปทานสับปะรด

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

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

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

สมการดุลยภาพสับประรด

$$D_PI_t = S_PI_t \quad (5B.64)$$

ตารางที่ 5.1 สัญลักษณ์ตัวแปรและคำอธิบายตัวแปรในแบบจำลอง

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	ปริมาณผลผลิตสับประรดทั้งหมดในปีที่ 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
$Yield_PI_t$	ผลผลิตสับประรดเฉลี่ยต่อไร่ในปีที่ t
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	พื้นที่เพาะปลูกสับประรดในปีที่ 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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
$A_{PI_{t-1}}$	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
$CASTO_t$	สต็อกของมันสำปะหลังในปีที่ t
$SCDO_t$	ปริมาณการใช้อ้อยภายในประเทศในปีที่ t
$SCEX_t$	ปริมาณการส่งออกอ้อยในปีที่ t
$SCIM_t$	ปริมาณการนำเข้าอ้อยในปีที่ t
$SCET_t$	ปริมาณการใช้อ้อยเพื่อผลิตเอทานอลในปีที่ 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}	ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีที่ t

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
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
$P_{SC_{t-1}}$	ราคาอ้อยที่เกษตรกรได้รับในปีที่ 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
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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
P_{GA_t}	ราคาน้ำมันแก๊สโซฮอล์เฉลี่ยในปีที่ t
P_{BZ_t}	ราคาเบนซินเฉลี่ยในปีที่ t
T_t	แนวโน้มเทคโนโลยีการผลิตในปีที่ 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

การประมาณค่าแบบจำลองจุลภาคข้างต้น มีขั้นตอนการศึกษาและการประมาณค่าแบบจำลอง 3 ขั้นตอนหลัก ดังภาพที่ 5.2 มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในแบบจำลอง

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปรต่างๆ ในระบบสมการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

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

ส่วนที่ 2 แบบจำลองดุลยภาพพืช เป็นแบบจำลองที่รวบรวมดุลยภาพอุปสงค์และอุปทานของพืชไร่แต่ละชนิดทั้ง 7 ชนิด เข้าด้วยกัน เพื่อวิเคราะห์หาแนวโน้มความต้องการใช้และความสามารถในการผลิตแต่ละพืชเข้าด้วยกัน แต่ละระบบสมการย่อยของพืชแต่ละชนิดจะมีการประมาณค่าแยกออกจากกัน โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดสองขั้นตอน (Two Stage Least Squares: 2SLS) ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการประมาณค่าแต่ละแบบจำลองจะนำไปสร้างเป็นเมทริกซ์ดุลยภาพพืช

ขั้นตอนที่ 2 วิธีการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์ในอนาคต

การคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในอนาคต จะทำการพยากรณ์ทีละปี โดยเริ่มจากปีปัจจุบัน เช่น ปี พ.ศ. 2555 ก็จะใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 2554 เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นในแบบจำลอง เป็นต้น โดย

- 1) ใช้ข้อมูลปริมาณและราคาดุลยภาพเป็นปัจจัยนำเข้า คือ ราคาผลผลิตและพื้นที่เพาะปลูกพืช ในปี $t-1$ แทนค่าลงในเมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก
- 2) คำนวณค่าเพื่อหาค่าคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกในปีที่ t
- 3) นำค่าคาดการณ์พื้นที่เพาะปลูกที่ได้ไปคูณกับสมการผลผลิตต่อไร่ เพื่อให้ได้สมการอุปทานพืช ในปี t ของพืชแต่ละชนิดทั้งหมด 7 ชนิด

4) นำค่าสัมประสิทธิ์ของสมการอุปทานของพืชแต่ละชนิด แทนค่าลงในเมทริกซ์ดุลยภาพพืช เพื่อทำการแก้เมทริกซ์หาปริมาณและราคาดุลยภาพในปีที่ t ดังรูปแบบต่อไปนี้

● เมทริกซ์พื้นที่เพาะปลูก

$$A \cdot Z = Y$$

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

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

● 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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

5) เริ่มต้นวงจรใหม่โดยใช้ปริมาณและราคาในปีที่ t เพื่อคำนวณหาปริมาณและราคาในปีที่ $t+1$ ทำเช่นนี้จนได้ปริมาณและราคาดุลยภาพครบตามระยะเวลาการศึกษา 10 ปี (พ.ศ. 2555-2564)

การคำนวณแนวโน้มปริมาณและราคาพืชทั้ง 7 ชนิดนี้ เป็นไปตามอุปสงค์การใช้พืชแต่ละชนิด ดังสมการที่กล่าวมาข้างต้น และแนวโน้มปริมาณการผลิตและราคาจะเป็นไปตามแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานทดแทนจากเอทานอลที่คำนวณได้ในสมการอุปสงค์ที่ประมาณค่าได้ในสมการ หรือเป็นไปตามความต้องการใช้โดยธรรมชาติของอุปสงค์ที่ประมาณค่าได้

ขั้นตอนที่ 3 การคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์สมมติ

ส่วนนี้จะเป็นการประยุกต์แบบจำลองเพื่อคาดการณ์แนวโน้มผลผลิต และราคาพืชไร่แต่ละชนิด ภายใต้สถานการณ์สมมติ โดยกำหนดให้ความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก กำหนดจากอุปสงค์ที่คาดการณ์ได้จากบทที่ 2 ขึ้นอยู่กับแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย และแปลงมาเป็นความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต

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

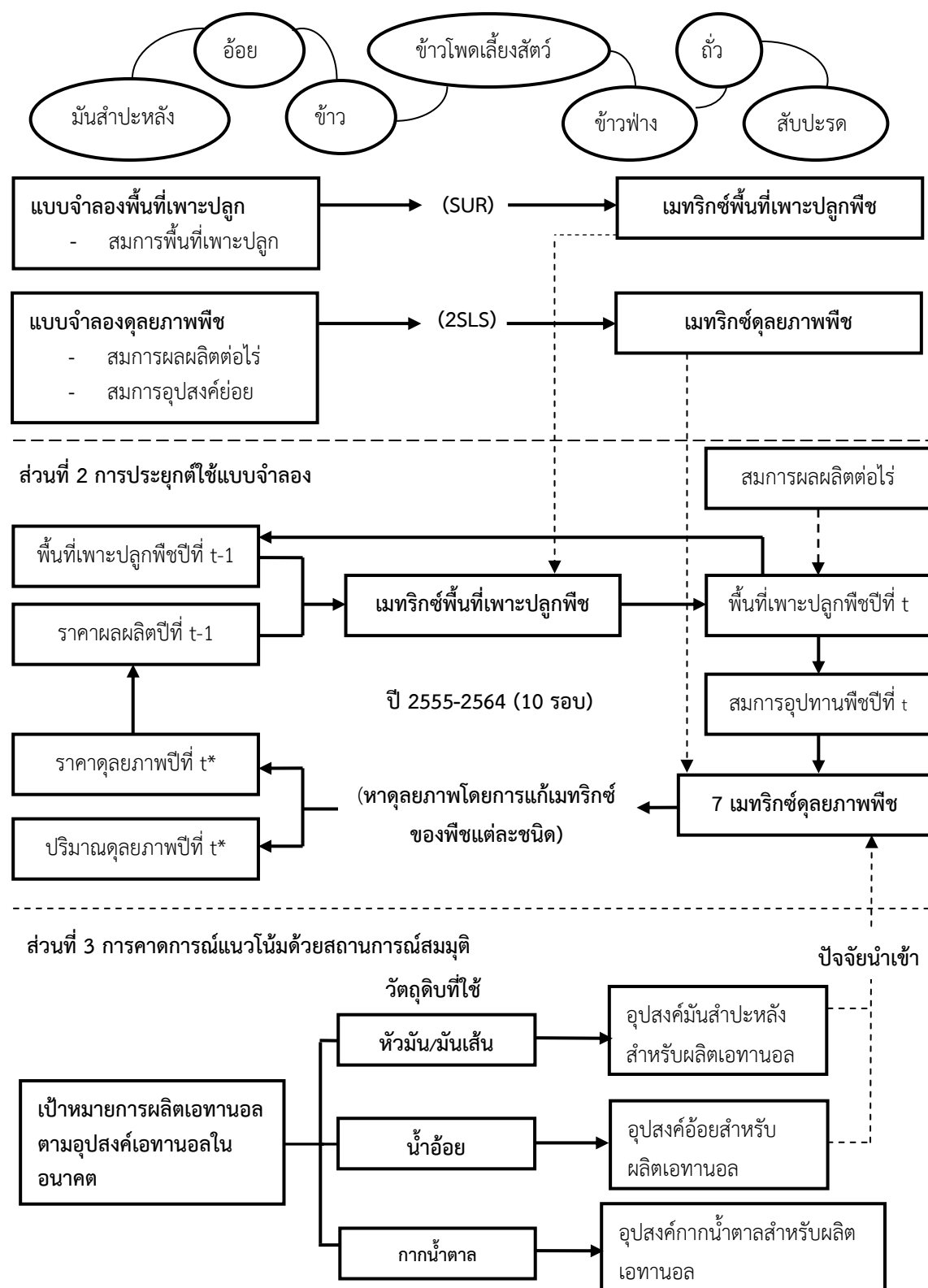
กรณีจำลองที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น : น้ำอ้อย : กากน้ำตาล เท่ากับ 40 : 20 : 40

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

ขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจะเป็นวงจรเช่นเดียวกัน แต่ค่าประมาณพื้นที่เพาะปลูก ปริมาณ และราคาดุลยภาพที่ได้จึงเป็นค่าที่ทำให้สามารถบรรลุเป้าหมายการผลิตเอทานอลที่ตั้งไว้ได้

ในบทต่อไปจะได้นำแบบจำลองนี้ไปใช้คาดการณ์แนวโน้มของการจัดสรรทรัพยากรและการผลิตระหว่างพืชอาหารและพืชพลังงาน รวมถึงราคาของพืชทั้งสองกลุ่มดังกล่าวต่อไป

ภาพที่ 5.2 แผนผังขั้นตอนการศึกษาแบบจำลองจุลภาค*
ส่วนที่ 1 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์



* ผู้สนใจสามารถอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ “การปรับตัวของภาคเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน” เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ศึกษาโดย เออวดี เปรมวัชร และคณะ (2556)

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

การทดสอบแบบจำลอง

การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ปัจจัยการผลิต ผลผลิต ราคา
ในระบบการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานจากแบบจำลอง
Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector (PEM-TAS) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลการศึกษา
จากแบบจำลองจุลภาค ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาค
และการอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์
ของแบบจำลอง PEM-TAS

พ ผลการศึกษาประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ 1) ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค ซึ่งจะ
แสดงผลการวิเคราะห์หาผลกระทบจากการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง
อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่วต่างๆ) โดยวิเคราะห์จากอุปสงค์และอุปทานของพืช
ทั้ง 7 ชนิด โดยผลของแบบจำลอง PEM-TAS จะคาดการณ์แนวโน้มที่เกิดขึ้นต่อภาคการเกษตรไทยใน
อนาคต เมื่อมีการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน 2) ผลการศึกษาจากแบบจำลองมหภาคแสดงผลการวิเคราะห์
ผลกระทบที่เกิดกับทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร การจัดสรรปัจจัยการผลิต ทุน
ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และ 3) การอธิบายผลกระทบที่จะเกิดขึ้นภายใต้การคาดการณ์ของ
แบบจำลอง PEM-TAS

6.1 ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาค

การประมาณค่าแนวโน้มผลผลิตและราคาในอนาคตโดยใช้แบบจำลองดุลยภาพบางส่วนใน
แบบจำลองจุลภาคนี้ มีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้คือ

- 1) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์สมการพื้นที่เพาะปลูกเพื่อนำไปสร้างเมทริกซ์ดุลยภาพพืช
- 2) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์สมการอุปสงค์พืชแต่ละชนิดที่ใช้ในเมทริกซ์ดุลยภาพพืช 7 ระบบ
สมการดุลยภาพพืช ได้แก่ มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่ว และสับปะรด โดย
ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าทั้งหมดแสดงไว้ในตารางภาคผนวกที่ 2-6

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

3) ใช้ข้อมูลปีพ.ศ. 2554 เป็นข้อมูลตั้งต้นเพื่อคำนวณหาค่าแนวโน้มการผลิตและราคาในปีพ.ศ. 2555 โดยแก้เมทริกซ์ทั้ง 2 เมทริกซ์ ไปพร้อมๆ กัน จะได้ผลผลิตและราคาตลาดภายในปีพ.ศ. 2555

4) ทำเช่นนี้ต่อไปโดยปีพ.ศ. 2556 ใช้ข้อมูลที่ได้จากปีพ.ศ. 2555 เป็นค่าตั้งต้น จนกระทั่งครบ 10 ปี

5) ประยุกต์ใช้วิธีการนี้กับสถานการณ์สมมติ โดยกำหนดให้ปริมาณอุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอล เป็นไปตามเป้าหมายการผลิตเอทานอลตามอุปสงค์เอทานอลคาดการณ์ โดยแบ่งสถานการณ์จำลองการใช้วัตถุดิบทั้งสามชนิดออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

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

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

ผลการคำนวณค่าจากแบบจำลองจะทำเช่นเดียวกับข้อ 1)-5) ข้างต้น

ผลการศึกษาจากแบบจำลองจุลภาคแสดงได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ระบบสมการพื้นที่เพาะปลูก

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

พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังในปีที่ผ่านมา ราคามันสำปะหลังและราคาพืชตระกูลถั่วต่างๆ ในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 89 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 11 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยตัวแปรอธิบายทุกตัวมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

พื้นที่เพาะปลูกอ้อย สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในปีที่ผ่านมา ราคามันสำปะหลัง ราคาอ้อย ราคาข้าวเปลือก ราคาข้าวฟ่าง ราคาถั่วและราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 77 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 23 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคามันสำปะหลัง ราคาข้าวเปลือก ราคาข้าวฟ่าง ราคาถั่ว และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และราคาอ้อยในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พื้นที่เพาะปลูกข้าว สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวในปีที่ผ่านมา ราคาข้าวเปลือก ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ราคาข้าวฟ่าง และราคาถั่วในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 81 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 19 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และราคาถั่วในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และพื้นที่เพาะปลูกข้าว ราคาข้าวเปลือก และราคาข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในปีที่ผ่านมา ราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 80 ส่วนที่เหลืออีก

ร้อยละ 20 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และร้อยละ 95 ตามลำดับ

พื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่าง สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา ราคาข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 95 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 5 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

พื้นที่เพาะปลูกถั่ว สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกถั่วในปีที่ผ่านมา ราคาถั่วในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 96 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 4 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกถั่วในปีที่ผ่านมา มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

พื้นที่เพาะปลูกสับปะรด สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดในปีที่ผ่านมา และราคาสับปะรดในปีที่ผ่านมา ได้ประมาณร้อยละ 44 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 56 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดและราคาสับปะรดมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ พบว่า 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 ผลการประมาณสมการ ดังตารางที่ 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 เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของราคาผลผลิตในปีปัจจุบันที่มีผลต่ออุปสงค์พืชย่อยในวัตถุประสงค์ต่างๆ และการดูแลรักษาพืช

ตารางที่ 6.2 ค่าประมาณสมการผลผลิตต่อไร่

ตัวแปร	มัน สำปะหลัง (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

สมการอุปสงค์มันสำปะหลัง ประกอบด้วย อุปสงค์มันสำปะหลังที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับส่งออก อุปสงค์มันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และสต็อกมันสำปะหลัง ผลการประมาณค่าระบบสมการดังตารางที่ 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

อุปสงค์น้ำมันสำปะหลังเพื่อผลิตเอทานอล สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำปะหลังและราคา เอทานอลได้ประมาณร้อยละ 66 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 34 เกิดจากอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ได้นำมาพิจารณาในสมการ โดยราคามันสำปะหลังมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

สต็อกมันสำปะหลัง สามารถอธิบายได้ด้วยราคามันสำปะหลังและสต็อกมันสำปะหลังในปีที่ผ่านมา

ตารางที่ 6.3 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

ที่มา: จากการประมาณสมการ

4) ระบบสมการอุปสงค์อ้อย

สมการอุปสงค์อ้อย ประกอบด้วยอุปสงค์อ้อยภายในประเทศ อุปสงค์อ้อยสำหรับส่งออก และอุปสงค์อ้อยจากการนำเข้า และอุปสงค์อ้อยเพื่อผลิตเอทานอล ผลการประมาณระบบสมการ ดังตารางที่ 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 ผลการประมาณระบบสมการดังตารางที่ 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 ประกอบด้วย อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับส่งออก และอุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จากการนำเข้า ผลการประมาณระบบสมการดังตารางที่ 6.6 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และราคาขายส่งเฉลี่ยของวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ประมาณร้อยละ 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 ผลการประมาณระบบสมการดังตารางที่ 6.7 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ข้าวฟ่างที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาข้าวฟ่าง และราคาขายส่งข้าวฟ่างได้ประมาณร้อยละ 67 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 33 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) ระบบสมการอุปสงค์พืชจำพวกถั่ว

สมการอุปสงค์ของพืชจำพวกถั่ว ประกอบด้วยอุปสงค์ถั่วที่ใช้ในประเทศ อุปสงค์สำหรับส่งออก และอุปสงค์ถั่วจากการนำเข้า ผลการประมาณระบบสมการดังตารางที่ 6.8 มีรายละเอียดดังนี้

อุปสงค์ถั่วที่ใช้ภายในประเทศ สามารถอธิบายได้ด้วยราคาถั่วและราคาขายส่งเฉลี่ยของถั่วและผลิตภัณฑ์ได้ประมาณร้อยละ 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 ผลการประมาณระบบสมการดังตารางที่ 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 ค่าอุปสงค์พืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กัตัวแปรราคาวัตถุดิบ และราคาผลผลิตภัณฑ์พืชที่จะขายได้ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญกำหนดระดับอุปสงค์ในทางทฤษฎี โดยความสามารถของตัวแปรอิสระ ในการอธิบายตัวแปรสังเกตได้จากค่า R-Square ซึ่งบอกถึงอิทธิพลตัวแปรอิสระที่ใช้ในแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์จริงยังมีตัวแปรอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับอุปสงค์ และไม่ได้นำมาพิจารณาในแบบจำลอง ซึ่งนับเป็นข้อจำกัดของแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนในการศึกษาครั้งนี้ อีกทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามก็ได้เป็นไปตามทฤษฎีอุปสงค์ ที่กล่าวว่า ราคาจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณ อุปสงค์ในทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ เนื่องจากราคาผลผลิตของพืชหลายชนิดที่นำมาพิจารณา ล้วนได้รับอุดหนุนราคาจากภาครัฐแทบทั้งสิ้น จึงอาจทำให้ทิศทางความสัมพันธ์ของราคากับปริมาณ อุปสงค์เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งอาจส่งผลให้ความสามารถในการอธิบายปริมาณอุปสงค์ของตัวแปรราคามีค่าน้อย อย่างไรก็ตาม ค่าประมาณอุปสงค์พืชที่ได้ก็สามารถสะท้อนสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นในอดีต (พ.ศ. 2534-2554) หากในอนาคต (พ.ศ. 2555-2564) มีการตั้งสมมติฐานให้ภาครัฐดำเนินนโยบายเกษตรเช่นเดียวกับที่ผ่านมา ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณค่าได้ก็มีความเหมาะสมในการใช้พยากรณ์ปริมาณและราคาผลผลิตในอนาคต

ผลการประมาณค่าแนวโน้มจากแบบจำลอง

ส่วนนี้เป็นการนำเสนอผลการศึกษาแบบจำลอง 2 ส่วน คือ การคาดการณ์แนวโน้มแบบปกติและการคาดการณ์แนวโน้มด้วยสถานการณ์จำลอง ผลการศึกษามีดังนี้

1) กรณีปกติ

กรณีปกติ คือ การกำหนดให้ตัวแปรต่างๆ ภายในแบบจำลองเปลี่ยนแปลงได้อย่างอิสระ เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการใช้พืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นในอนาคต ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และราคาผลผลิต

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

ผลการพยากรณ์ราคาผลผลิต พบว่า ราคาผลผลิตของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 6.11

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: จากพยากรณ์

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: จากพยากรณ์

1) กรณีจำลอง

กรณีจำลอง คือ การจำลองให้ปริมาณการผลิตเอทานอลมีปริมาณพอเพียงกับความต้องการใช้เอทานอลของไทยในอนาคต โดยได้คาดการณ์ไว้แล้วในบทที่ 2 การศึกษาแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนจะกำหนดให้อุปสงค์น้ำมันสำปะหลังสำหรับผลิตเอทานอล และอุปสงค์อ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก เป็นอุปสงค์สืบเนื่องที่กำหนดขึ้นจากอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ดังตารางที่ 6.12 ซึ่งความต้องการใช้เอทานอลของไทยจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากวันละ 1.70 ล้านลิตรในปีพ.ศ. 2555 เป็นวันละ 4.88 ล้านลิตรในปีพ.ศ. 2564 แบ่งผลการพยากรณ์กรณีจำลองออกเป็น 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 และกากน้ำตาล ที่ใช้ผลิตเอทานอลได้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ดังตารางที่ 6.13 สัดส่วนนี้จะถูกแทนค่าลงในแบบจำลองดุลยภาพบางส่วนเพื่อใช้พยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก ปริมาณ และราคาผลผลิต ตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคต

ตารางที่ 6.12 ค่าคาดการณ์อุปสงค์เอทานอลในช่วงปีพ.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 ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบตามเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลปีพ.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 กรณีจำลองที่ 1 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลัง ถั่ว อ้อยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 4.81 ด้านค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ข้าว และสับปะรดมีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีแนวโน้มลดลงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.18 รองลงมา คือ ข้าวฟ่าง ข้าว และถั่ว ตามลำดับ ดังตารางที่ 6.14 สำหรับค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตพบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังและสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 8.73 และ 7.90 ตามลำดับ ดังตารางที่ 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 ดังตารางที่ 6.16 สำหรับค่าพยากรณ์ราคาผลผลิตพบว่า ราคาของพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 8.85 รองลงมา คือ สับปะรด ร้อยละ 7.91 ดังตารางที่ 6.17

ตารางที่ 6.14 ค่าพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานและพืชทดแทน กรณีจำลองที่ 1												
พื้นที่เพาะปลูก (พันไร่)	2555	2556	2557	2558	2559	2560	2561	2562	2563	2564	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (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	อัตราการ เปลี่ยนแปลง (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: จากพยากรณ์

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: จากพยากรณ์

การพยากรณ์แบบจำลองในกรณีจำลอง ได้กำหนดให้สัดส่วนการใช้วัตถุดิบสำหรับผลิต เอทานอลเป็นสัดส่วนที่สามารถบรรลุเป้าหมายอุปสงค์เอทานอลในอนาคต โดยปริมาณการใช้มันสำปะหลังและอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลเป็นตัวแปรภายนอก สามารถแทนค่าลงในแบบจำลองได้โดยตรง แตกต่างจากปริมาณการใช้กากน้ำตาลสำหรับผลิตเอทานอล ที่ไม่สามารถแทนค่าลงในแบบจำลองได้โดยตรง เนื่องจากกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาล ซึ่งปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงคำนวณจากอุปสงค์อ้อยเพื่อการผลิตน้ำตาลคูณด้วยอัตราการแปลง โดยใช้อัตราอ้อย 1 ตันได้กากน้ำตาลเฉลี่ย 46.13 กิโลกรัม จากนั้นต้องทำการตรวจสอบปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงในอนาคต เทียบสัดส่วนกับอุปสงค์กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอล และปริมาณกากน้ำตาลที่เหลือสำหรับเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอื่นๆ แล้วจึงทำการคัดเลือกกรณีจำลองที่ใช้สัดส่วนวัตถุดิบที่มีความเป็นไปได้มากที่สุด โดยคำนึงถึงอัตราการขยายตัวของสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลที่ผ่านมาในอดีต

จากตารางที่ 6.18 และ 6.19 พบว่า ปริมาณกากน้ำตาลที่ผลิตได้จริงมีเพียงพอกับความต้องการใช้กากน้ำตาลสำหรับผลิตเอทานอลทั้งสองกรณี และยังมีเหลือเพียงพอสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ โดยสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลและอุตสาหกรรมอื่นๆ มีดังนี้ กรณีจำลองที่ 1 สัดส่วนการใช้กากน้ำตาลในการผลิตเอทานอลและสินค้าอื่นๆ เท่ากับ 60:40 และกรณีจำลองที่ 2 เท่ากับ 45:55 ในปีพ.ศ. 2564 จากการตรวจสอบอัตราการขยายตัวของปริมาณการใช้กากน้ำตาลในปีพ.ศ. 2550-2554 พบว่า สัดส่วนการใช้ประโยชน์จากกากน้ำตาลในอุตสาหกรรมเอทานอลและอื่นๆ อยู่ที่ประมาณ 30:70 และสัดส่วนการใช้กากน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเฉลี่ยร้อยละ 9 ต่อปี หากตั้งสมมติฐานให้สัดส่วนการใช้กากน้ำตาลเพื่อผลิตเอทานอลในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 เพิ่มขึ้นด้วยอัตราเดียวกัน ในปีพ.ศ. 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 เปรียบเทียบปริมาณการใช้กากน้ำตาล กรณีจำลองที่ 2

ปี พ.ศ.	ปริมาณกากน้ำตาล (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	1,813.94	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

ผลการแทนค่าฟังก์ชัน Cobb-Douglas ในสมการการผลิตและการบริโภค จะส่งผลให้สมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดในการหาดุลยภาพในระยะยาวแบบพลวัตแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ข้อมูลและค่าสัมประสิทธิ์

แบบจำลองมหภาคดังกล่าวได้นำมาใช้กับข้อมูลของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ฟังก์ชันการบริโภค ฟังก์ชันการผลิต และการจัดสรรปัจจัยการผลิตให้เหมาะสมกับเศรษฐกิจของประเทศไทย ข้อมูลที่ใช้ประมาณค่าตัวแปรเป็นข้อมูลในช่วงปีพ.ศ. 2554 และข้อมูลจากงานวิจัยสำหรับบางตัวแปร ดังตารางที่ 6.20

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

ฟังก์ชันการผลิตสินค้าอื่นๆ ในระบบ มีปัจจัยการผลิต คือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2552) สามารถกำหนดค่าทุนในการผลิตสินค้าอื่นๆ ในระบบ $i1 = 0.6532$ แรงงานในการผลิตสินค้าอื่นๆ ในระบบ $j1 = 0.2832$ ที่ดินในการผลิตสินค้าอื่นๆ ในระบบ $m1 = 0.0380$ และพลังงานในการผลิตสินค้าอื่นๆ ในระบบ $n1 = 0.0256$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าของสินค้าอื่นๆ ในระบบ $A_y = 1$

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

ฟังก์ชันการผลิตอ้อย มีปัจจัยการผลิต คือ ทุน แรงงาน ที่ดิน และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554ง) สามารถกำหนดค่าทุนในการผลิตอ้อย $i3 = 0.3768$ แรงงานในการผลิตอ้อย $j3 = 0.4649$ ที่ดินในการผลิตอ้อย $m3 = 0.1164$ และพลังงานในการผลิตอ้อย $n3 = 0.0419$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าของอ้อย $A_{Su} = 0.908$

ฟังก์ชันการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน มีปัจจัยการผลิต คือ ทุน แรงงาน มันสำปะหลัง อ้อย กากน้ำตาล และพลังงาน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล (2554) และสมาคมแป้งมันสำปะหลังไทย (2554) สามารถกำหนดค่าทุนในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $i4 = 0.2002$ แรงงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $j4 = 0.0501$ มันสำปะหลังที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Bet4 = 0.2057$ อ้อยที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Gam4 = 0.0176$ กากน้ำตาลที่นำมาผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $Gamm = 0.4534$ และพลังงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน $n4 = 0.0728$ โดยกำหนดให้ค่าสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงาน $A_E = 1$

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ฟังก์ชันการซื้อขายแลกเปลี่ยน กำหนดให้สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของมันเป็นค่าลบ $B_{Ca}=1.17249$ สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อวัตถุดิบของอ้อยที่ส่งออกต่างประเทศ $B_{Suex}=1.87076$ สัดส่วนมูลค่าการส่งออกต่อมูลค่าการนำเข้าพลังงาน $B_{yex}=0.8639$ และสัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าพลังงานที่นำเข้าจากต่างประเทศ $A_{Uim}=19.0281$ คำนวณจากข้อมูลของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2555ข)

ตัวแปรที่เหลือจะประกอบด้วย ที่ดิน คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2554ก) ซึ่งที่ดินการเกษตรทั้งหมดในประเทศไทย $\bar{L}=151.922$ ล้านไร่ แรงงานทั้งหมดที่มีในระบบเศรษฐกิจ คำนวณจากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2555) ซึ่งแรงงานในประเทศไทย $\bar{N}=38.464$ ล้าน และจากข้อมูลของธนาคารแห่งประเทศไทย (2555) กำหนดให้อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ยจากธนาคารขนาดใหญ่ 5 แห่ง ปีพ.ศ. 2554 เท่ากับร้อยละ 1.4025 ต่อปี และจากข้อมูลของกรมสรรพากร (2555) กำหนดให้ค่าสิทธิหรือค่าเสื่อมราคาของทุนเท่ากับร้อยละ 5 ต่อปี

ตารางที่ 6.20 การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง

ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์	รายละเอียดตัวแปร
<i>Alp</i>	0.97774	สัดส่วนการบริโภคสินค้าอื่นในประเทศ
<i>B e t</i>	0.01056	สัดส่วนการบริโภคสินค้าปะหลังในประเทศ
<i>G a m</i>	0.01170	สัดส่วนการบริโภคอ้อยในประเทศ
$[(K_t^y)^{i1} \cdot (N_t^y)^{j1} \cdot (L_t^y)^{m1} \cdot (U_t^y)^{n1}]$		
<i>i 1</i>	0.6532	ปัจจัยทุนในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>j 1</i>	0.2832	ปัจจัยแรงงานในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>m 1</i>	0.0380	ปัจจัยที่ดินในการผลิตสินค้าอื่นในระบบ
<i>n 1</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>i 2</i>	0.2705	ปัจจัยทุนในการผลิตสินค้าปะหลัง
<i>j 2</i>	0.5447	ปัจจัยแรงงานในการผลิตสินค้าปะหลัง
<i>m 2</i>	0.1489	ปัจจัยที่ดินในการผลิตสินค้าปะหลัง
<i>n 2</i>	0.0359	ปัจจัยพลังงานในการผลิตสินค้าปะหลัง
<i>A_{Ca}</i>	2.68	สัดส่วนปริมาณต่อมูลค่าสินค้าปะหลัง
$[(K_t^{Su})^{i3} \cdot (N_t^{Su})^{j3} \cdot (L_t^{Su})^{m3} \cdot (U_t^{Su})^{n3}]$		
<i>i 3</i>	0.3768	ปัจจัยทุนในการผลิตอ้อย
<i>j 3</i>	0.4649	ปัจจัยแรงงานในการผลิตอ้อย
<i>m 3</i>	0.1164	ปัจจัยที่ดินในการผลิตอ้อย
<i>n 3</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>i 4</i>	0.2002	ปัจจัยทุนในการผลิตพลังงาน
<i>j 4</i>	0.0501	ปัจจัยแรงงานในการผลิตพลังงาน
<i>B e t 4</i>	0.2057	ปัจจัยสินค้าปะหลังในการผลิตพลังงาน
<i>G a m 4</i>	0.0176	ปัจจัยอ้อยในการผลิตพลังงาน
<i>G a m m</i>	0.4534	ปัจจัยกากน้ำตาลในการผลิตพลังงาน
<i>n 4</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	มูลค่าวัตถุดิบต่อผลิตภัณฑ์อ้อยส่งออก
<i>B_{yex}</i>	0.86390	มูลค่าสินค้าอื่นส่งออกต่อมูลค่าพลังงานนำเข้า
<i>A_{U im}</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	ค่าสิทธิห่อและค่าเสื่อมราคา

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง

ผลการคำนวณหาคำตอบระบบสมการในสถานะคงสภาพ หรือการแก้ระบบสมการ Current Value Necessary Equations (5A.51) - (5A.85) นั้น กำหนดให้ $\frac{dk}{dt} = \frac{d\lambda}{dt} = 0$ เพื่อคำนวณหาเซตคำตอบที่ Steady State ดังตารางที่ 6.21 โดยเซตคำตอบที่ได้นี้ คือ จุดที่ได้ค่าอรรถประโยชน์ของสังคมสูงสุด เซตคำตอบประกอบด้วย ค่าที่สำคัญดังต่อไปนี้ ปริมาณการบริโภคสินค้าในระบบเศรษฐกิจ ปริมาณการผลิตสินค้า พืชพลังงาน และเอทานอล ซึ่งเซตคำตอบที่ได้ให้ค่าเป็นอัตราส่วน หากต้องการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง จำเป็นต้องขยายความด้วยน้ำหนักหรือมาตราที่ถูกต้อง แต่ค่าของเซตคำตอบที่ได้นี้แสดงถึงสถานะที่เป็นคงสภาพในระยะยาวของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลา t

ผลการศึกษาได้เซตคำตอบใน Steady State อธิบายผลต่างๆ ได้ดังนี้ คงสภาพของการบริโภคของสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีค่าเท่ากับ 505.9 หน่วย คงสภาพการบริโภคผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังเท่ากับ 4.6 หน่วย และจากอ้อย 2.8 หน่วย โดยมีการส่งออกสินค้าในระบบเศรษฐกิจที่ 9.6 หน่วย พลังงานที่ต้องนำเข้าเท่ากับ 64.5 หน่วย และเอทานอลที่ผลิตได้คิดเป็น 1.6 หน่วย

การจัดสรรการสะสมทุนในระบบเศรษฐกิจ พบว่า การผลิตสินค้าทั่วไปมีการสะสมทุนมากที่สุดถึง 3,848 หน่วย รองลงมา คือ การผลิตอ้อย 27 หน่วย มันสำปะหลัง 19 หน่วย และเพื่อการผลิตเอทานอลเท่ากับ 0.47 หน่วย

การจัดสรรการใช้ปัจจัยแรงงานในระบบเศรษฐกิจ พบว่า ในการผลิตสินค้าทั่วไปมีการใช้แรงงานเท่ากับ 37.3 หน่วย รองลงมา คือ การผลิตอ้อย 0.574 หน่วย มันสำปะหลัง 0.572 หน่วย และเพื่อการผลิตเอทานอลเท่ากับ 0.002 หน่วย

การจัดสรรการใช้ปัจจัยที่ดินในระบบเศรษฐกิจ พบว่า การผลิตสินค้าทั่วไปมีการใช้ที่ดินเท่ากับ 143 หน่วย รองลงมา คือ การผลิตมันสำปะหลัง 4.62 หน่วย อ้อย 4.17 หน่วย

การจัดสรรการใช้วัตถุดิบจากภาคเกษตรในการผลิตเอทานอล พบว่า กากน้ำตาลยังคงถูกใช้มากที่สุด 0.106 หน่วย รองลงมา คือ มันสำปะหลัง 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	ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่บริโภคในประเทศ
Su_t^d	2.2782	ผลิตภัณฑ์อ้อยที่บริโภคในประเทศ
y_t^{ex}	9.5852	สินค้าที่ส่งออกต่างประเทศ
Ca_t^{ex}	0	ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังที่ส่งออกต่างประเทศ
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	กากน้ำตาลในการผลิตพลังงานจากพืช
U_t^E	0.1188	พลังงานในการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน
ϕ_t	0.8808	ราคาเงาฟังก์ชันการผลิตสินค้าในระบบ

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

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

หลังจากคำนวณหาเซตคำตอบในสถานะดุลยภาพในระยะยาว (Steady State) แล้วนั้น ลำดับต่อไปเป็นกระบวนการหาฟังก์ชันนโยบาย (Policy Function) ตามช่วงเวลาที่เป็นอิสระของระบบสมการข้างต้น โดยแบบจำลองการควบคุมดุลยภาพที่ไม่อยู่ภายใต้ขีดจำกัดของระยะเวลา ในระบบสมการประกอบไปด้วยสมการ Differential Equation จำนวน 2 สมการ และ 33 สมการเงื่อนไขใน First Order Necessary Conditions

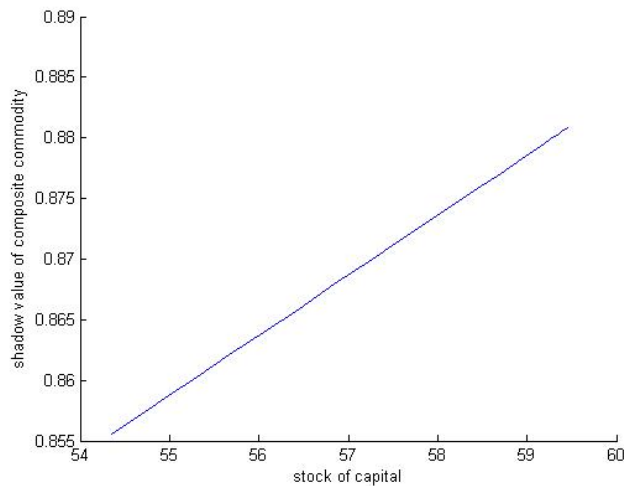
ด้วยความซับซ้อนของสมการและโครงสร้างแบบจำลอง ดังนั้นการหาคำตอบของระบบสมการในระยะยาวตั้งแต่ช่วงเวลา 0-T พบว่า ไม่สามารถหาคำตอบของค่า State Variable (k_t^*) และ Costate Variables (λ_t^*) ได้โดยตรง ดังนั้นการศึกษาคำตอบในครั้งนี้จึงคำนวณหา Solution Time Path ของตัวแปรต่างๆ ด้วยวิธี Linear Approximation of the Differential Equations (Leonard and Van Long, 1992) ซึ่งวิธีการนี้จะได้ General Solution ดังนี้:

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

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

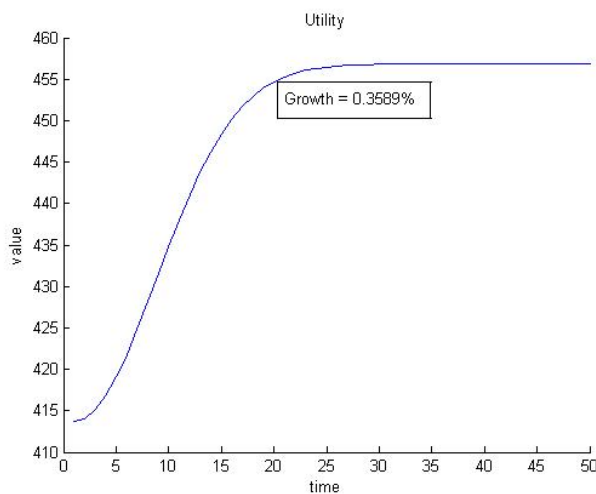
โดย C_j คือค่าคงที่ของการ Integration v_{ij} คือ ค่าองค์ประกอบของ Eigen Vectors

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



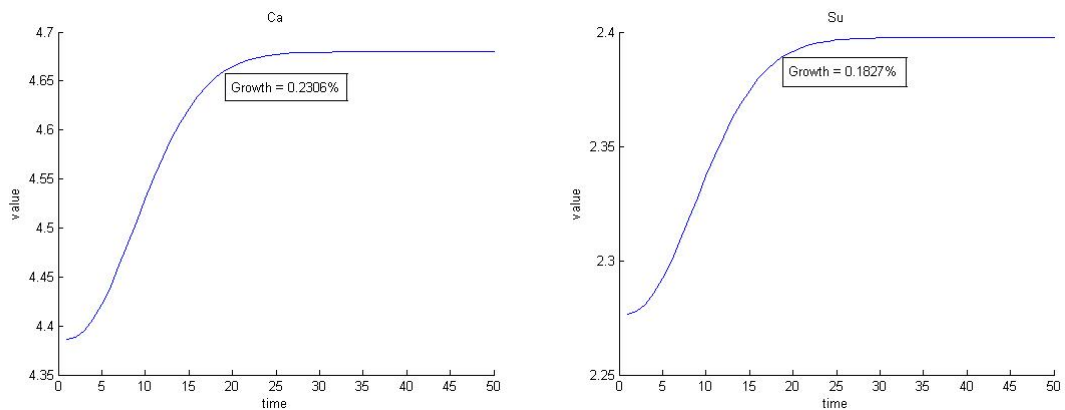
ภาพที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง $k(t)$ และ $\lambda(t)$

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



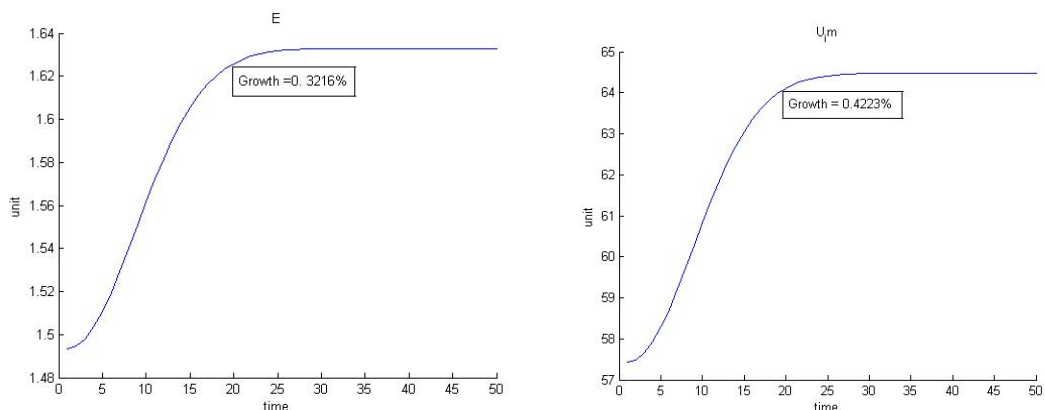
ภาพที่ 6.2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์ของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดในช่วงเวลา 50 ปี

การเปลี่ยนแปลงการผลิตมันสำปะหลังและอ้อยจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ดุลยภาพ พบว่าอัตราการขยายตัวการผลิตมันสำปะหลังมีแนวโน้มสูงกว่าการผลิตอ้อย โดยการผลิตมันสำปะหลังมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.23 ต่อปี และการผลิตอ้อยมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.18 ต่อปี ดังภาพที่ 6.3



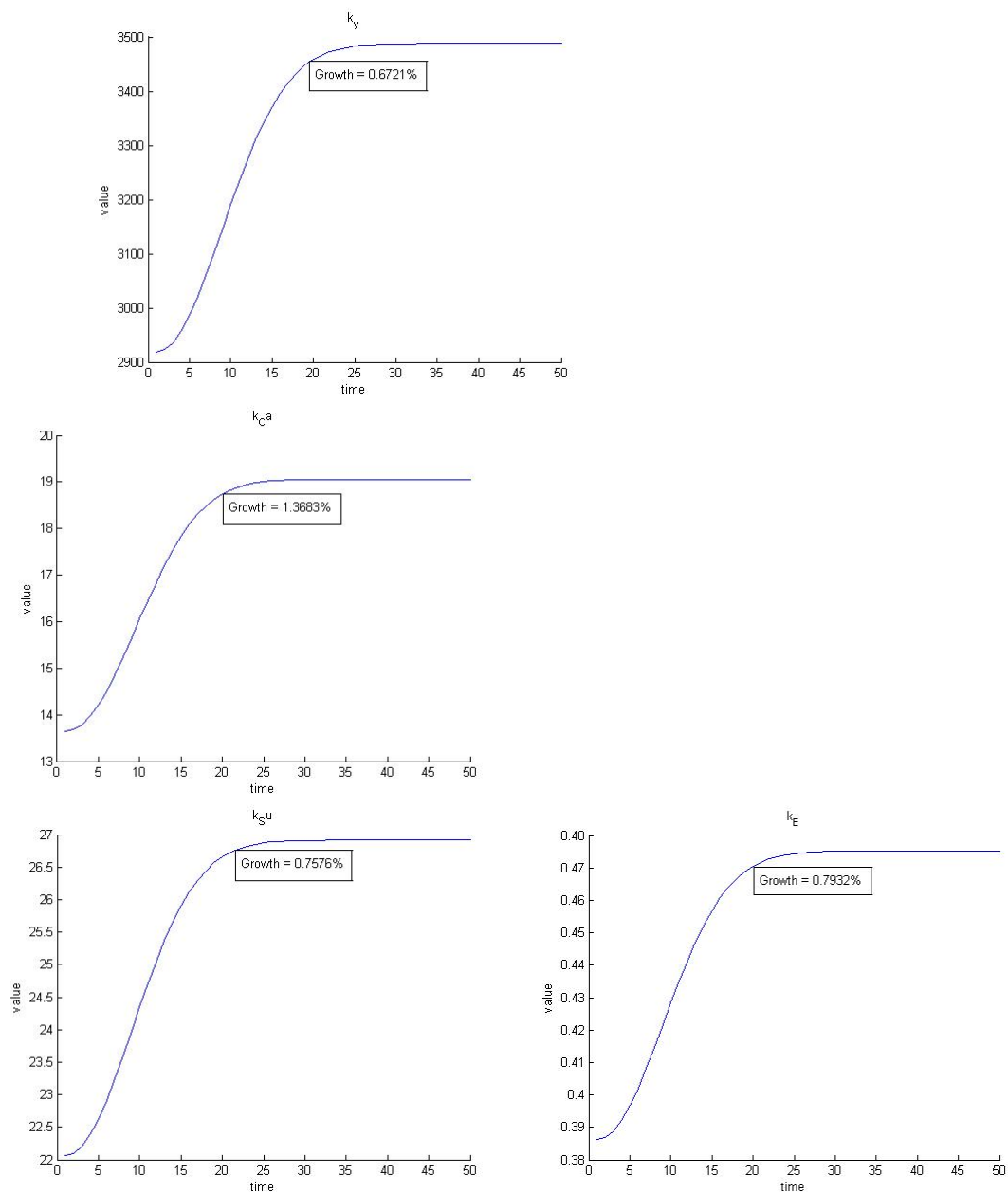
ภาพที่ 6.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงในการผลิตมันสำปะหลัง (ซ้าย) และการผลิตอ้อย (ขวา)

ดูจากพระยะยาวจากจุดเริ่มต้นจนกระทั่งเข้าสู่ดูยภาพ พบว่า อัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี อย่างไรก็ตาม การนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อการขยายตัวการผลิตและการบริโภคในระบบเศรษฐกิจ ดังภาพที่ 6.4



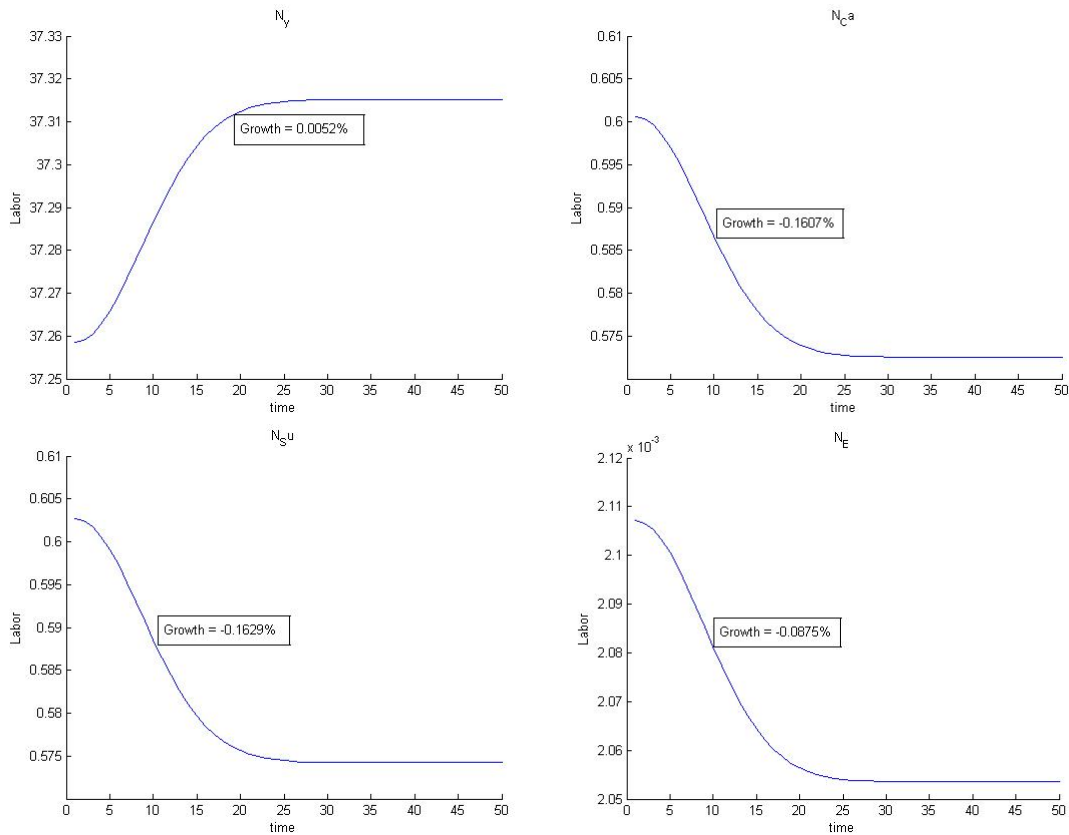
ภาพที่ 6.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานจากพืชพลังงาน (ซ้าย) และการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ (ขวา)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยทุนในดูยภาพพระยะยาว พบว่า มีอัตราการเพิ่มขึ้นของการสะสมทุนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากข้อจำกัดของที่ดินและแรงงานที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง ส่งผลให้ในฟังก์ชันการผลิตนั้นเพิ่มการสะสมทุนอย่างไม่มีจำกัด โดยอัตราการขยายตัวของการใช้ทุนในการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.67 ต่อปี การผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.36 ต่อปี การผลิตอ้อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.75 ต่อปี และการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.79 ต่อปี ดังภาพที่ 6.5



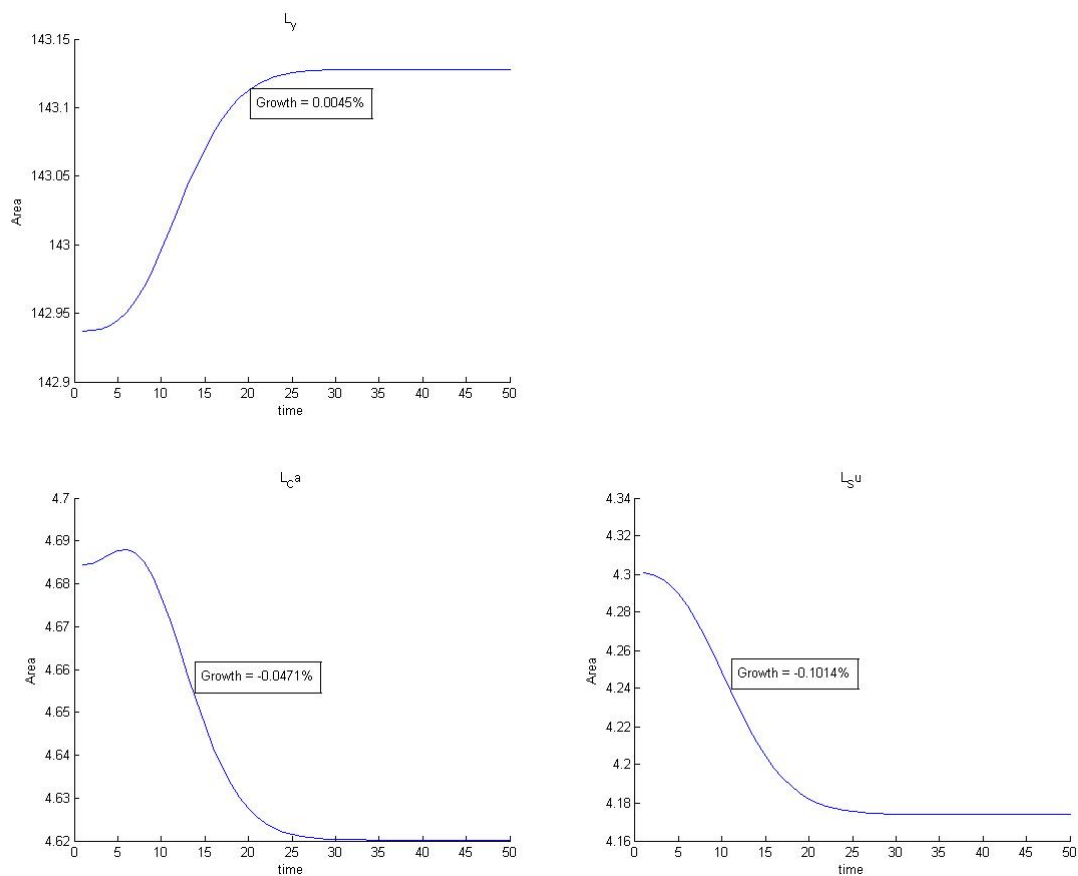
ภาพที่ 6.5 แสดงการสะสมทุนเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ข้าวบน) มันสำปะหลัง (ขวามือ) อ้อย (ซ้ายล่าง) และเอทานอล (ขวาล่าง)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยแรงงานในดุลยภาพระยะยาว พบว่า อัตราการขยายตัวของการใช้แรงงานผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.005 ต่อปี แต่การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้แรงงานลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี การผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.16 ต่อปี และการผลิตเอทานอลลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.087 ต่อปี เนื่องจากข้อจำกัดของแรงงานที่มีอยู่ในระบบเศรษฐกิจ ดังนั้น กิจกรรมการผลิตที่ให้ผลตอบแทนของแรงงานสูงกว่าจะมีแนวโน้มที่แรงงานจะย้ายไปสู่ภาคการผลิตนั้นมากขึ้น ดังภาพที่ 6.6



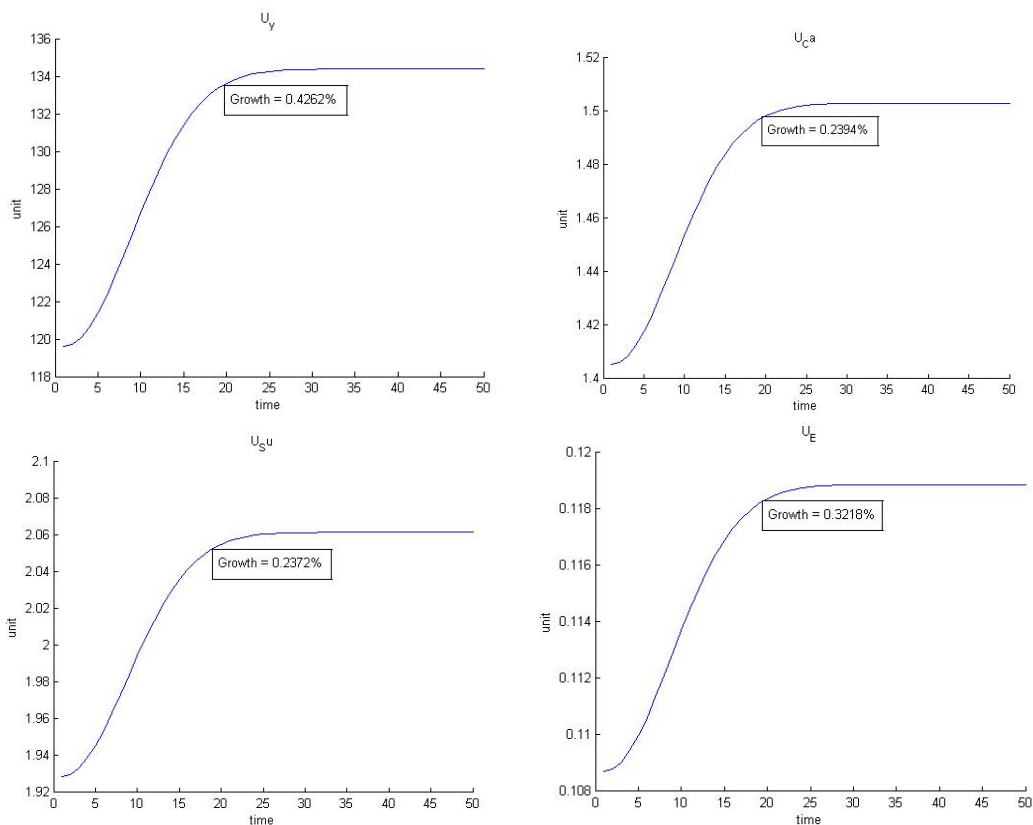
ภาพที่ 6.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้แรงงานเพื่อการผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจ (ข้าวบน) มันสำปะหลัง (ข้าวบน) อ้อย (ข้าวล่าง) และเอทานอล (ข้าวล่าง)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยที่ดินในดุลยภาพระยะยาว พบว่า อัตราการขยายตัวของการใช้ที่ดินผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.0045 ต่อปี แต่การผลิตมันสำปะหลังมีการใช้ที่ดินลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.047 ต่อปี และการผลิตอ้อยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.10 ต่อปี เนื่องจากปัจจัยที่ดินในระบบเศรษฐกิจมีจำกัด จึงส่งผลให้มีการใช้ที่ดินไปในกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่า ทำให้การใช้ที่ดินเพื่อการผลิตอ้อย และมันสำปะหลังมีแนวโน้มลดลง แต่ลดลงในอัตราที่ไม่มากนัก ดังภาพที่ 6.7



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

การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยพลังงานในดุลยภาพระยะยาว พบว่า อัตราการขยายตัวของการใช้พลังงานผลิตสินค้าในระบบเศรษฐกิจมีอัตราการขยายเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 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 การอธิบายผลกระทบภายใต้การคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS

ในการอธิบายและอภิปรายผลที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นจากการคาดการณ์ของแบบจำลอง PEM-TAS จากการเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอล ให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ได้แบ่งการวิเคราะห์ผลกระทบออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านทุนในภาคเกษตร
- 2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน
- 3) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้แรงงานการผลิตในภาคเกษตร
- 4) การเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน
- 5) ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ ดังต่อไปนี้
 - 1.ผลกระทบต่อราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และราคาอาหารของผู้บริโภค
 2. ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์
 3. ผลกระทบด้านรายได้ภาคเกษตรกร

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

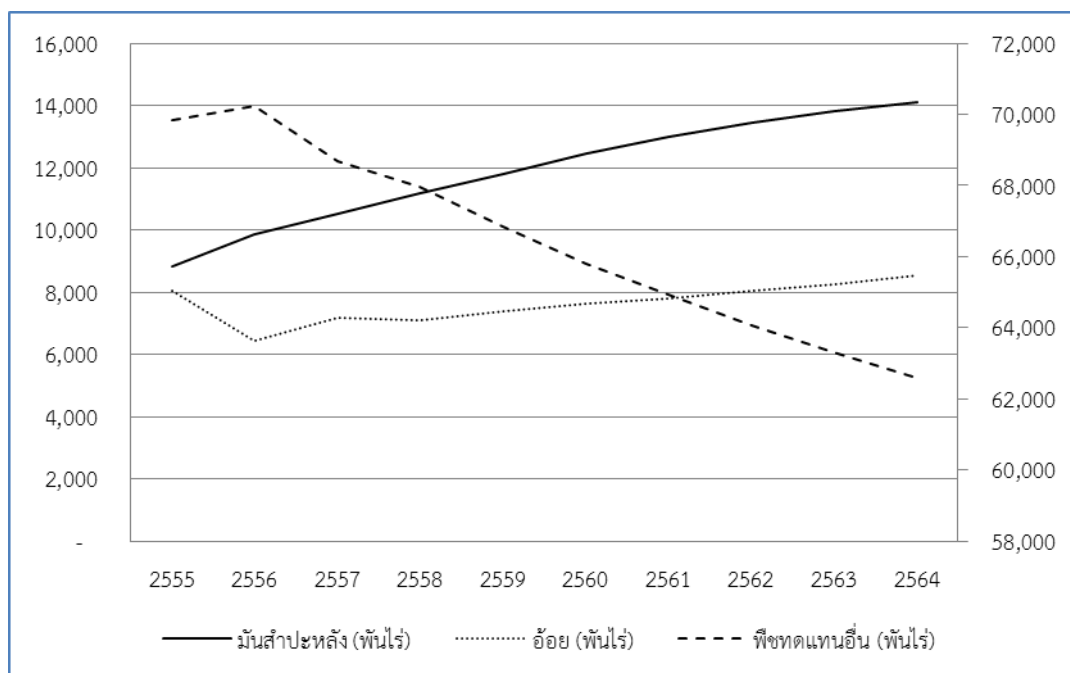
ผลการศึกษารูปได้ดังต่อไปนี้

1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านทุนในภาคเกษตร

การเพิ่มการผลิตเอทานอลและพืชพลังงานในอนาคต พบว่า มีแนวโน้มในการสะสมทุนในภาคเกษตรจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันความเติบโตในภาคเกษตร ทั้งในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมทุนเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต อย่างไรก็ตาม ปัจจัยทุนยังมีบทบาทในการเพิ่มการผลิตไม่มากในภาคเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกับภาคการผลิตในภาคอื่นๆ

2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน

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



ภาพที่ 6.9 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินในอนาคต

3) การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้แรงงานการผลิตในภาคเกษตร

ในทางเดียวกับการขยายตัวภาคเกษตรในอนาคตมีผลอย่างมากจากปัจจัยแรงงานในภาคเกษตร เนื่องจากแรงงานยังคงเป็นปัจจัยการผลิตที่มีบทบาทสูงในการผลิตภาคเกษตร อย่างไรก็ตาม ปัจจัย

แรงงานในอนาคตสำหรับการผลิตพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.16 ต่อปี เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการสะสมทุนแทนที่การใช้ปัจจัยแรงงาน

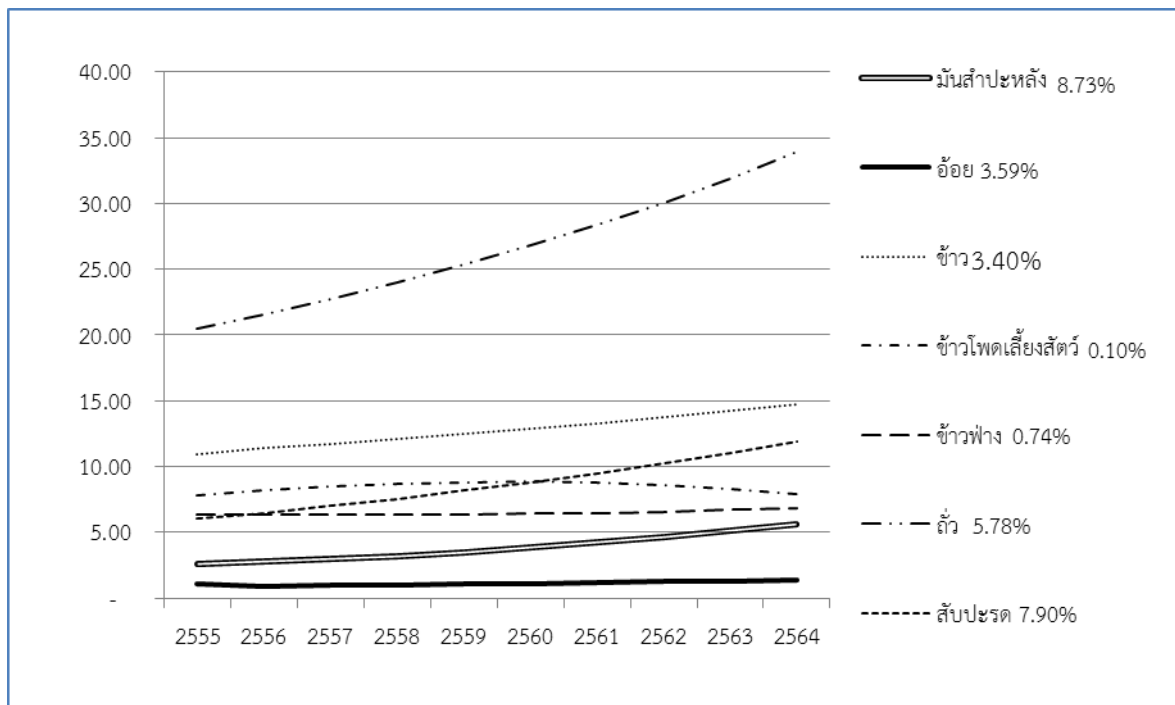
4) การเปลี่ยนแปลงการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน

การผลิตเอทานอลในอีก 10 ปีข้างหน้า พบว่า ยังคงเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในระยะยาวก็ยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี อย่างไรก็ตาม การนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี เนื่องจากความต้องการใช้เพื่อการขยายตัวของการผลิตและการบริโภคในระบบเศรษฐกิจ

5) ผลกระทบที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรในด้านอื่นๆ

1. ผลกระทบต่อราคา ประกอบด้วย ราคาพืชพลังงาน ราคาพืชทดแทนอื่น และราคาอาหารของผู้บริโภค

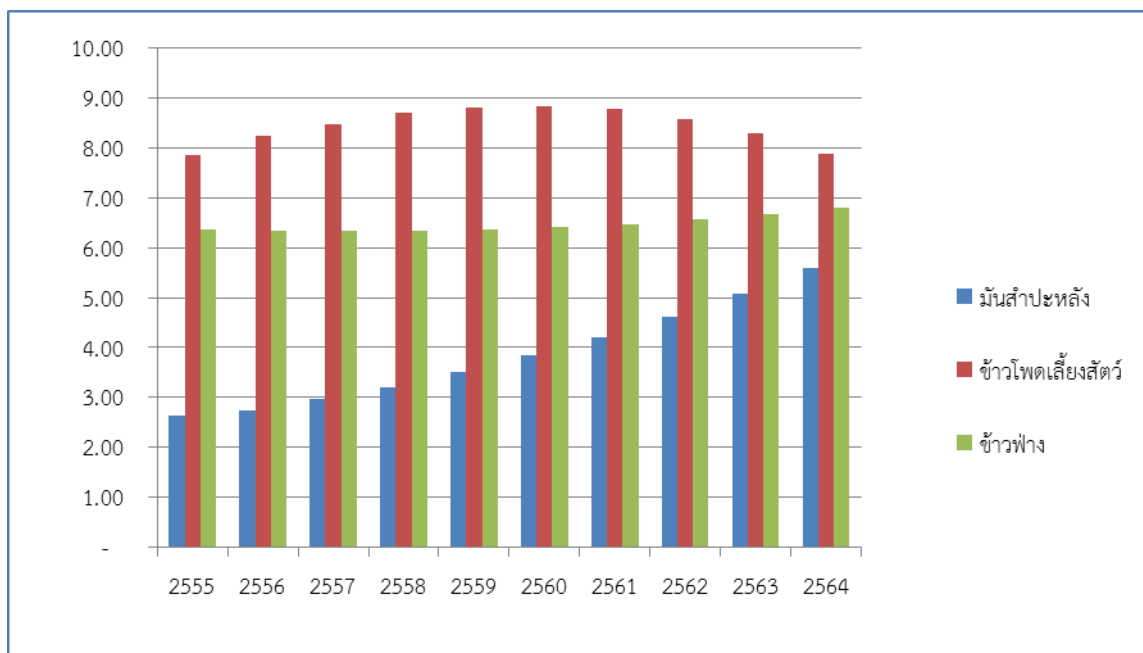
ผลกระทบด้านราคาแบ่งการพิจารณาผลกระทบออกเป็น 3 ระดับราคา คือ ราคาผลผลิตของพืชพลังงาน พืชทดแทนอื่น และราคาอาหาร จากภาพที่ 6.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงราคาผลผลิตของพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่น พบว่า ราคาพืชพลังงานและพืชทดแทนอื่นเพิ่มขึ้น การเพิ่มของราคาพืชส่วนใหญ่ อาทิ อ้อย ข้าว ถั่ว และสับปะรด ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตอาหารสูงขึ้นตามไปด้วย โดยราคาอ้อย ข้าว ถั่ว และสับปะรดเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.59 3.40 5.78 และ 7.90 ต่อปี จะทำให้ราคาน้ำตาล ข้าวสาร ธัญพืชต่างๆ เพิ่มขึ้น ซึ่งสินค้าเกษตรเหล่านี้ล้วนใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารแทบทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวสารซึ่งเป็นสินค้าอาหารหลักของคนไทย ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของราคาข้าวสารจึงส่งผลกระทบอย่างมากต่อค่าครองชีพคนส่วนใหญ่ของประเทศ แต่ในอีกด้านหนึ่งสินค้าเกษตรเหล่านี้ก็เป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของประเทศด้วยเช่นกัน การเพิ่มขึ้นของราคาสินค้าเกษตรเหล่านี้จะส่งผลให้ราคาส่งออกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ก็ต้องพิจารณาด้วยว่า ราคาสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุปทานที่ลดลง หรืออุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น จากข้อมูลการผลิต พบว่า อ้อย ข้าวและถั่วมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น แสดงว่า ราคาผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากอุปสงค์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลดีแก่เกษตรกรและผู้ส่งออกสินค้าเกษตรในกลุ่มน้ำตาล ข้าวและธัญพืชต่างๆ ตรงข้ามกับสับปะรดที่มีผลผลิตลดลง ราคาสับปะรดที่เพิ่มขึ้นจึงน่าเป็นผลมาจากอุปทานที่ลดลง ซึ่งจะส่งผลให้มีสินค้าสำหรับบริโภคภายในประเทศและส่งออกน้อยลง ทำให้ต้องซื้อสินค้าในราคาแพง



ภาพที่ 6.10 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของราคาพืชพลังงานและพืชอาหารในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564

2. ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์

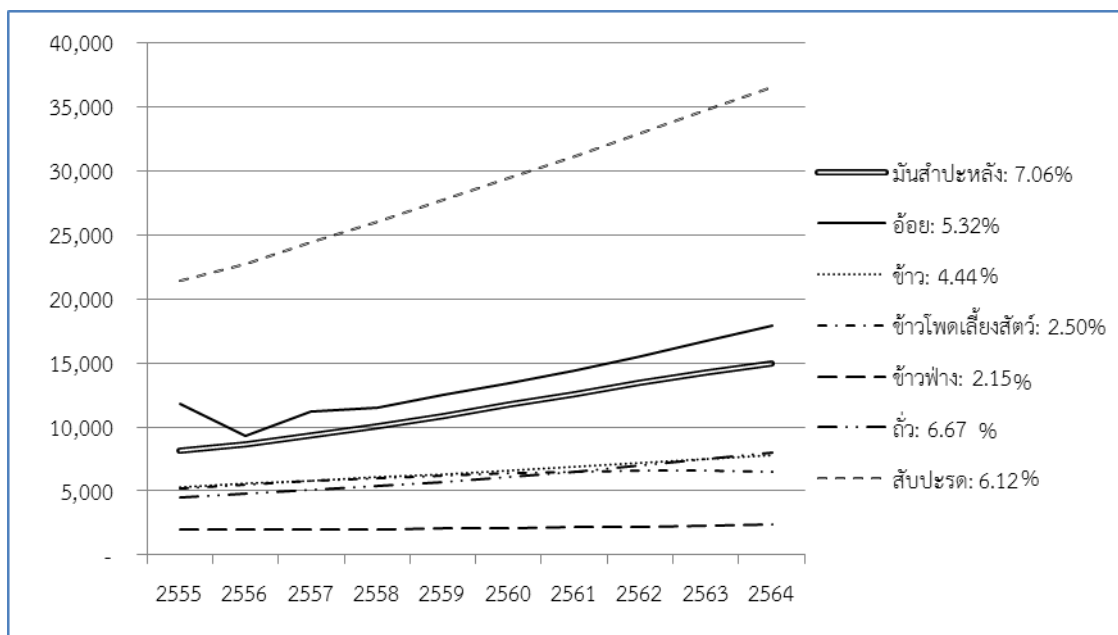
ผลกระทบด้านต้นทุนอาหารสัตว์ พิจารณาจากราคาพืชที่ใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันรำปะหลัง ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต่างก็มีการเคลื่อนไหวราคาที่แตกต่างกันไป โดยราคาดังกล่าว น้ำมันรำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และข้าวฟ่างเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 0.10 0.74 และ 8.73 ต่อปี ตามลำดับ ดังภาพที่ 6.11 เริ่มจากน้ำมันรำปะหลัง ซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตมันเส้น และมันอัดเม็ด ราคาดังกล่าวที่สูงขึ้นมีทั้งผลดีและผลเสีย กล่าวคือ ราคาดังกล่าวที่สูงขึ้นจะส่งผลให้ราคาส่งออกมันเส้น มันอัดเม็ดสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการส่งออก แต่ขณะเดียวกันก็ส่งผลเสียต่อฟาร์มเลี้ยงสัตว์ภายในประเทศที่ใช้มันเส้นและมันอัดเม็ดเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงสัตว์ ที่จะต้องแบกรับต้นทุนอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น และส่งผลให้ราคาเนื้อสัตว์ภายในประเทศเพิ่มขึ้นในที่สุด ทั้งนี้เกษตรกรเจ้าของฟาร์มอาจปรับเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบอาหารชนิดอื่นๆ ที่มีราคาถูกกว่า เพื่อลดต้นทุนอาหารสัตว์ ก็จะช่วยลดผลกระทบที่เกิดกับราคาอาหารลงได้ แต่การปรับเปลี่ยนไปใช้ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก็ต้องพิจารณาสัดส่วนการใช้ในการผสมอาหาร อีกทั้งคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับสัตว์ เนื่องจากราคาข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีราคาสูงกว่าน้ำมันรำปะหลัง



ภาพที่ 6.11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงราคาพืชอาหารสัตว์ในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564

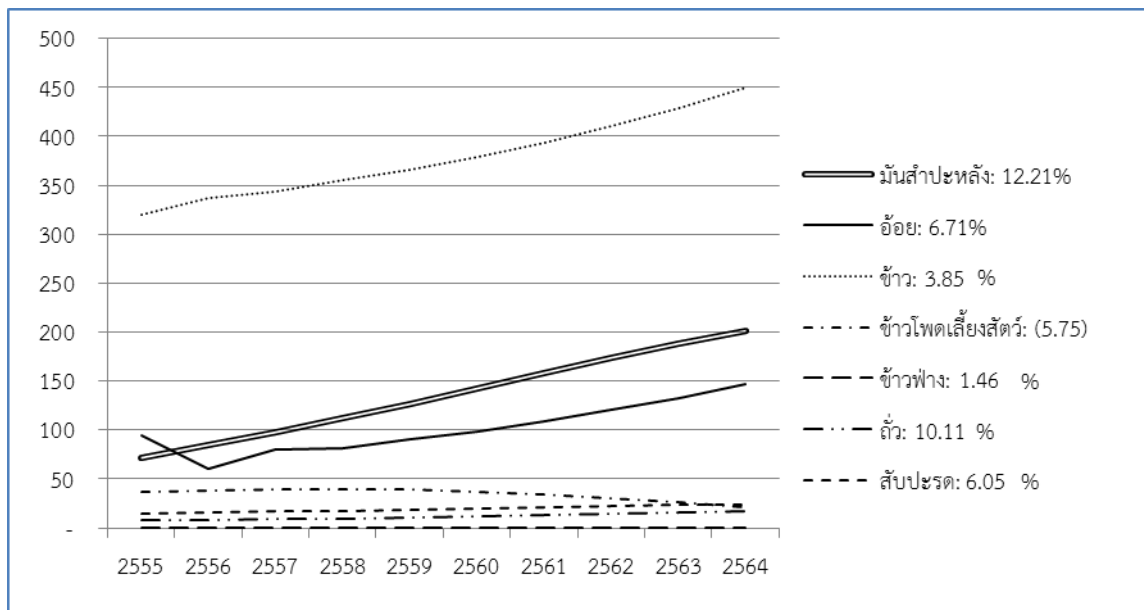
3. ผลกระทบด้านรายได้ภาคเกษตรกร

ผลกระทบด้านรายได้เกษตรกร พิจารณาจากราคาที่เกษตรกรขายได้และผลผลิตต่อไร่ของพืชแต่ละชนิด พบว่า ในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่จากการปลูกพืชทุกชนิดเพิ่มขึ้น พืชไร่ที่ให้ผลตอบแทนต่อไร่สูงที่สุด คือ สับปะรด รองลงมา คือ อ้อย และมันสำปะหลัง ตามลำดับ โดยผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของสับปะรดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 6.12 ด้านพืชพลังงานอย่างมันสำปะหลังและอ้อยก็มีแนวโน้มผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 7.06 และ 5.32 ต่อปี พ.ศ. ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และถั่วมีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ข้าวฟ่างให้ผลตอบแทนต่อไร่ต่ำที่สุด ดังภาพที่ 6.12



ภาพที่ 6.12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงผลตอบแทนเฉลี่ยต่อไร่ของพืชในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564

หากมองโดยภาพรวมรายได้ภาคการเกษตรของทั้งประเทศ พบว่า มูลค่าการปลูกข้าวมีค่ามากที่สุด รองลงมา คือ มันสำปะหลัง และอ้อย ตามลำดับ โดยในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564 รายได้จากการปลูกข้าว มันสำปะหลัง อ้อย เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.85, 12.21 และ 6.71 ต่อปี ตามลำดับ ดังภาพที่ 6.13 พบว่า การส่งเสริมการผลิตพืชพลังงานเพื่อให้สามารถผลิตเอทานอลให้เพียงพอต่อบุคลากรเอทานอลในอนาคต ยังคงส่งผลดีให้รายได้ภาคการเกษตรเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าว ซึ่งยังคงสร้างรายได้เพิ่มขึ้นให้ภาคเกษตรอย่างต่อเนื่องทุกปี ถึงแม้จะได้รับผลกระทบจากการเพิ่มการผลิตพืชพลังงานจนทำให้มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวลดลง แต่ก็ยังคงมีปริมาณผลผลิตที่เพิ่มขึ้น บ่งบอกถึงการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตข้าวที่ดีขึ้นผ่านการเพิ่มผลผลิตต่อไร่ เพื่อรองรับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภาคพลังงาน



ภาพที่ 6.13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงรายได้ภาคการเกษตรของพืชในช่วงปีพ.ศ. 2555-2564

บทสรุปและเสนอแนะ

ผลการศึกษาจากแบบจำลองเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตจากแบบจำลอง PEM-TAS พบว่า การเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอลให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทย ทำให้เกิดการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้แรงงานในการผลิตลดลง ส่วนการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

การศึกษานี้เน้นความสำคัญใน 4 ส่วนหลักคือ 1) นำเสนอค่าพยากรณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคตเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการศึกษาความต้องการใช้พืชพลังงาน 2) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตพืชอาหารและพืชอาหารที่นำไปใช้เป็นพืชพลังงานในช่วงกว่าทศวรรษที่ผ่านมา 3) การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS ทั้งแบบจำลองจุลภาค และมหภาค เพื่อคาดการณ์การปรับตัวและผลกระทบด้านต่างๆ เมื่อมีการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น และ 4) ผลการพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง สรุปได้ดังนี้

การคาดการณ์อุปสงค์การใช้พลังงานและเอทานอลในอนาคต

การศึกษาในส่วนนี้ ต้องการวิเคราะห์หาอุปสงค์สืบเนื่องต่อความต้องการใช้เอทานอล และความต้องการวัตถุดิบที่จะใช้ผลิตเอทานอลในอนาคต โดยเฉพาะพืชพลังงาน มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล โดยศึกษาจากงานวิจัยต่างๆ ที่ได้พยากรณ์อุปสงค์พลังงานของไทย และสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์แนวโน้มความต้องการอุปสงค์พลังงานไทย ด้วยสมการถดถอยแบบพหุ นำมาวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่ผ่านมา และเลือกใช้ผลการพยากรณ์ที่ให้ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด มาวิเคราะห์หา

แนวโน้มความต้องการใช้เอทานอลภายใต้อุปสงค์พลังงานทั้งหมดของประเทศ และคำนวณหาปริมาณเอทานอลที่คาดการณ์ในอนาคต เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุดิบที่ต้องการใช้ในการผลิตเอทานอล

ผลการศึกษาพบว่า อุปสงค์พลังงานของไทยขึ้นอยู่กับภาระเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ประชากร ปริมาณการค้าสินค้าระหว่างประเทศเป็นหลัก การใช้พลังงานในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยร้อยละ 3-6 ต่อปี การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้การพยากรณ์แนวโน้มการใช้พลังงานของบัณฑิต ลิมมีโชคชัยและคณะ (2550) กรณีสันนิษฐานพลังงาน เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด แล้วจึงนำมาคำนวณหาความต้องการใช้เอทานอลในอนาคต ตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4.1 ต่อปี และคำนวณหาความต้องการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาล ตามสัดส่วน โดยแบ่งเป็น 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 40:20:40 ในปีพ.ศ. 2564 และ กรณีที่ 2 มีการใช้มันสำปะหลัง อ้อย และกากน้ำตาลในสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันจนกระทั่งเท่ากับสัดส่วน 50:20:30 ในปีพ.ศ. 2564

การศึกษาผลกระทบการผลิตพืชพลังงานต่อภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา

ในส่วนนี้ได้ศึกษาบทบาทพืชพลังงานในประเทศไทยและผลที่เกิดขึ้นกับภาคการเกษตรไทยที่ผ่านมา สาเหตุการเพิ่มการผลิตเอทานอล ความต้องการเอทานอลจากอ้อยและมันสำปะหลัง เปรียบเทียบบทบาทเอทานอลในภาคพลังงานและภาคเกษตร การปรับตัวของภาคเกษตรไทยที่ผ่านมา รวมทั้งนโยบายจากภาครัฐทั้งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานและภาคการเกษตร

ผลการศึกษาพบว่า ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2548 การผลิตเอทานอลของไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง วัตถุดิบหลักในการผลิตเอทานอลที่มีศักยภาพสูงและมีต้นทุนต่ำ คือ กากน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 70 และมันสำปะหลังประมาณร้อยละ 30 การเพิ่มการผลิตเอทานอลส่งผลให้เกิดความต้องการวัตถุดิบจากภาคเกษตรเพื่อใช้ในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ และสัดส่วนการใช้มันสำปะหลังเพื่อนำมาผลิตเอทานอลต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดที่ผลิตได้ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2551-2554 มีสัดส่วนการใช้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.74 เป็นร้อยละ 3.13 ต่อปริมาณมันสำปะหลังทั้งหมดของประเทศ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.84 ต่อปี ในขณะที่นำกากน้ำตาลมาผลิตเอทานอลในสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 30 ต่อปี และมีค่าเฉลี่ยที่ร้อยละ 31 ต่อปี

แม้การผลิตเอทานอลจะเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่กระทบต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาคเกษตรมากนัก เพราะข้าวยังคงเป็นพืชหลักที่มีสัดส่วนการใช้ที่ดินสูงสุดและเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่มันสำปะหลังและอ้อยยังมีสัดส่วนคงเดิม คือ ร้อยละ 8 และ 7 ตามลำดับ สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีสัดส่วนการใช้ที่ดินลดลงจากร้อยละ 9 เหลือร้อยละ 7

การปรับตัวภาคเกษตรต่อการผลิตพืชพลังงาน พบว่า ราคารับมันสำปะหลังและอ้อย มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อคำนวณหาราคาที่แท้จริงพบว่า มีแนวโน้มราคาลดลง ในขณะที่ผลผลิตพืชพลังงานมีเพิ่มขึ้น พื้นที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะมันสำปะหลัง มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้นโดยเฉพาะอ้อย ผลผลิตก้นขี้มันสำปะหลังบางชนิดมีแนวโน้มในการส่งออกลดลง เนื่องจากอุปสงค์มันอัดเม็ดจากการส่งออกลดลง ในขณะที่มันเส้นมีความต้องการสูงขึ้นจากการส่งออก

ทางด้านนโยบาย พบว่า ภาครัฐสนับสนุนการผลิตและใช้เอทานอลอย่างเป็นรูปธรรม แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ 1) นโยบายด้านอุปทานการจัดหาวัตถุดิบ และสนับสนุนการผลิตเอทานอล พบว่า ภาครัฐเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต เพิ่มผลผลิต และไม่ขยายพื้นที่เพาะปลูก ในขณะที่การผลิตเอทานอล

ได้รับการส่งเสริมการลงทุน การส่งออก และอุตสาหกรรมต่อเนื่อง สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียจากการผลิตเอทานอล และ 2) นโยบายด้านอุปสงค์ เกี่ยวกับการตลาดเพื่อเพิ่มความต้องการใช้ของผู้บริโภค ส่งเสริมการตลาดโดยให้ราคาแก๊สโซฮอล์ถูกกว่าน้ำมันเบนซิน สร้างแรงจูงใจโดยขยายสถานีบริการ E20 สนับสนุนการผลิตรถยนต์ E85 ในรถยนต์นั่งทั่วไป และ ECO-CAR เป็นต้น

การพัฒนาแบบจำลอง PEM-TAS

การศึกษานี้ดำเนินการพัฒนาแบบจำลอง จากกรอบแนวคิด 2 องค์ประกอบหลัก คือ แบบจำลองมหภาค เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อทรัพยากรหลักที่เป็นปัจจัยการผลิตในภาคเกษตร เน้นการจัดสรรปัจจัยการผลิต ทุน ที่ดิน แรงงาน และพลังงาน และแบบจำลองจุลภาค วิเคราะห์ผลกระทบการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร (มันสำปะหลัง อ้อย ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง ถั่วต่างๆ) เรียกแบบจำลองนี้ว่า PEM-TAS หรือ Partial Equilibrium Model of Thailand Agriculture Sector

โครงสร้างแบบจำลองมหภาคเป็นแบบจำลองในระบบเศรษฐกิจเปิด (มีภาคการค้าระหว่างประเทศ) อาศัยการวิเคราะห์ในมุมมองของ Continuous Time Social Planner Problem ภายใต้ดุลการค้าระหว่างประเทศ ความสมดุลระหว่างสมการการผลิต และความต้องการในการบริโภค โดยคำนึงถึงบทบาทการผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อย ตลอดจนการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล มันสำปะหลัง และ อ้อย

สำหรับแบบจำลองจุลภาค ได้วิเคราะห์คุณภาพของการผลิตพืชไร่ ตามอุปสงค์และอุปทานของพืชแต่ละชนิด ซึ่งอุปทานพืชไร่กำหนดจากพื้นที่ทำการเพาะปลูกคูณด้วยปริมาณผลผลิตต่อไร่ ในการประมาณอุปทานพืชไร่ มีการวิเคราะห์หาพื้นที่เพาะปลูกในแต่ละช่วงเวลาภายใต้ข้อจำกัดของที่ดินที่จะใช้เพาะปลูกพืชไร่ในประเทศไทย และหาแนวโน้มผลผลิตเฉลี่ยซึ่งกำหนดให้ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยี สำหรับอุปสงค์พืชไร่ เป็นอุปสงค์สืบเนื่องจากความต้องการพืชไร่เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น อุปสงค์พืชไร่ที่ใช้ภายในประเทศ อุปสงค์พืชไร่เพื่อการส่งออก และอุปสงค์พืชไร่จากการนำเข้า เป็นต้น โดยปัจจัยที่กำหนดอุปสงค์พืชไร่จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้พืชไร่นั้น

การพยากรณ์แนวโน้มจากแบบจำลอง

จากแบบจำลอง PEM-TAS ผู้วิจัยได้นำมาพัฒนาต่อในแบบจำลองจุลภาค โดยคำนวณค่าเพื่อคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตภายใต้กรณีสมมติ และกำหนดความต้องการใช้เอทานอลเป็นตัวแปรภายนอกที่คำนวณได้จากแนวโน้มความต้องการใช้พลังงานในอนาคตของประเทศไทย และในแบบจำลองมหภาค ผู้วิจัยประมาณคุณภาพตามช่วงเวลาของทุกตัวแปร เพื่อจำลองการจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจ และหาผลกระทบจากการจัดสรรปัจจัยการผลิตที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป โดยใช้หลักการของ Optimal Control เพื่อวิเคราะห์หา Optimum Values ของทุกตัวแปรในสมการและคุณภาพของระบบเศรษฐกิจในช่วงเวลา 0-T

ผลการพยากรณ์จากแบบจำลอง PEM-TAS ในแบบจำลองมหภาคพบว่า การผลิตพืชพลังงานทั้งมันสำปะหลังและอ้อยในระยะยาวช่วงเวลา 30 ปี มีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยร้อยละ 0.23 ต่อปีและ 0.18 ต่อปี ตามลำดับ อัตราการขยายตัวของการผลิตเอทานอลเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.32 ต่อปี อย่างไรก็ตาม การนำเข้าพลังงานยังคงมีอัตราการเพิ่มขึ้นตามไปด้วยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 0.42 ต่อปี สำหรับการใช้จ่ายการผลิตในระยะยาวพบว่า อัตราการขยายตัวของการใช้จ่ายทุนในการผลิตมัน

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

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

ส่วนราคาผลผลิตพืชทุกชนิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะราคามันสำปะหลังมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นที่สุด คิดเป็นอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 8.51 รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย ข้าว ข้าวฟ่าง และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ตามลำดับ

ผลการศึกษาสถานการณ์จำลองกรณีที่ 1 ใช้สัดส่วนมันสด/มันเส้น:น้ำอ้อย:กากน้ำตาล เท่ากับ 40:20:40 ตามลำดับ และกรณีจำลองที่ 2 ใช้สัดส่วนเท่ากับ 50:20:30 พบว่า ทั้ง 2 กรณีมีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังและอ้อยเพิ่มขึ้น ในขณะที่พื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวฟ่าง และสับปะรด ต่างมีแนวโน้มการใช้พื้นที่เพาะปลูกลดลง และส่งผลให้ราคาของพืชอาหารและพืชพลังงานต่างเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น โดยเฉพาะราคามันสำปะหลังมีอัตราการเพิ่มสูงสุด รองลงมา คือ สับปะรด ถั่ว อ้อย และ ข้าว ตามลำดับ

7.1 สรุปผลการปรับตัวภาคเกษตรไทย

ผลการศึกษา พบว่า การเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอลให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคต ส่งผลกระทบและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อภาคการเกษตรไทยดังนี้

1) การใช้ปัจจัยทุนเพื่อการผลิตในภาคเกษตร ในอนาคตมีแนวโน้มว่า การสะสมทุนเพื่อการผลิตพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.06 ต่อปี ซึ่งปัจจัยทุนมีส่วนผลักดันความเติบโตในภาคเกษตร ทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการสะสมทุนเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต อย่างไรก็ตาม ปัจจัยทุนยังไม่มีบทบาทเพิ่มการผลิตในภาคเกษตรมากนักเมื่อเทียบกับการผลิตในภาคอื่นๆ

2) โครงสร้างการใช้ที่ดินเพื่อผลิตพืชอาหารและพืชพลังงาน อีก 10 ปีข้างหน้า พื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะมีความต้องการพลังงานทดแทนที่ผลิตจากพืชพลังงานมากขึ้น แต่ในระยะยาวพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.075 ต่อปี เนื่องจากผลตอบแทนจากปัจจัยที่ดินในการผลิตพืชชนิดอื่น หรือเพื่อใช้ในการผลิตประเภทอื่นจะมีอัตราเพิ่มขึ้น

3) รูปแบบการใช้แรงงานในการผลิตภาคเกษตร แรงงานยังคงเป็นปัจจัยการผลิตที่มีบทบาทสูงในการผลิตภาคเกษตร ในอนาคตปัจจัยแรงงานสำหรับการผลิตพืชพลังงาน มีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย

ประมาณร้อยละ 0.16 ต่อปี เนื่องจากประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากการสะสมทุนแทนที่การใช้ปัจจัยแรงงาน

4) การผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงาน อีก 10 ปีข้างหน้าการผลิตเอทานอล มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในระยะยาวยังคงเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.32 ต่อปี

7.2 ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

ผลการศึกษา พบว่า การเพิ่มปริมาณการผลิตเอทานอลให้เพียงพอกับอุปสงค์เอทานอลในอนาคตนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรไทยให้เกิดการสะสมทุนในภาคเกษตรเพิ่มขึ้น โครงสร้างการใช้ที่ดินเปลี่ยนแปลงไป มีการใช้แรงงานในการผลิตลดลง มีการผลิตพลังงานทดแทนจากพืชพลังงานเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบต่อให้ราคาพืชพลังงานสูงขึ้น ราคาพืชทดแทนอื่นสูงขึ้น ต้นทุนอาหารสัตว์สูงขึ้น และเกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

1) ข้อเสนอแนะระดับนโยบายต่อภาครัฐ ภาครัฐในฐานะเป็นผู้วางนโยบายและทิศทางการพัฒนาประเทศรวมถึงภาคการเกษตรของไทย ควรให้ความสำคัญในประเด็นต่อไปนี้

- การส่งเสริมและสนับสนุนด้านอุปทาน หรือการผลิตพืชพลังงาน
 - มีนโยบายสร้างสมดุลพื้นที่เพาะปลูกพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม เพื่อบรรเทาความผันผวนของปริมาณและราคาผลผลิต ที่เป็นผลมาจากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และราคาสินค้าเกษตรในอนาคต
 - จัดแหล่งเขตกรรม (Zoning) การผลิตพืชพลังงาน เพื่อช่วยส่งเสริมแหล่งการผลิตพืชพลังงานและการตั้งโรงงานการผลิตเอทานอลในพื้นที่ที่เหมาะสม
- การส่งเสริมและสนับสนุนด้านอุปสงค์ หรือการผลิตและการใช้เอทานอล
 - เนื่องจากแนวโน้มอุปสงค์เอทานอลยังต่ำเมื่อเทียบกับนโยบายที่รัฐวางไว้ ดังนั้นการมีนโยบายอย่างจริงจังเพื่อกระตุ้นให้อุปสงค์เอทานอลเป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ในแผนการผลิตเอทานอล มีมาตรการชัดเจนในการเพิ่มความต้องการใช้เอทานอลโดยเน้นนโยบายด้านราคา ให้ผู้บริโภคหันมาใช้แก๊สโซฮอล์มากขึ้น
 - สร้างความตระหนักเรื่องการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานทางเลือก แทนการใช้พลังงานในรูปแบบเก่า เพื่อเพิ่มอุปสงค์พลังงานทดแทนและส่งผลกระทบต่อให้อุตสาหกรรมการผลิตเอทานอล และการเพาะปลูกพืชพลังงานมีความยั่งยืน

2) ข้อเสนอแนะระดับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

● ข้อเสนอแนะต่อเกษตรกร เนื่องจากมีบทบาทสำคัญในฐานะเป็นผู้ผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานเพื่อเป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตเอทานอล และเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงราคา พื้นที่การผลิต พืชที่ทำการผลิต เนื่องจากแนวโน้มราคาพืชชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นในอนาคต ดังต่อไปนี้

- แนวโน้มราคาพืชไร่ทุกชนิดมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะราคามันสำปะหลัง เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากความผันผวนของราคาพืชชนิดต่างๆ ที่อาจเปลี่ยนแปลงใน

อนาคต เกษตรกรควรเลือกทำการผลิตพืชอาหารและพืชพลังงานควบคู่ไป โดยเน้นความหลากหลายของพืชที่ทำการผลิต

- O การสะสมทุนจะเป็นปัจจัยหนึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้น การลงทุนในฟาร์ม เทคโนโลยีการผลิต หรือการเพิ่มเติมองค์ความรู้ใหม่ๆ จะมีส่วนให้ประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกรเพิ่มขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องขยายพื้นที่เพาะปลูก หรือเพิ่มการใช้แรงงาน อีกนัยหนึ่งแนวโน้มการเกษตรกรรมในอนาคตจะมีลักษณะเป็นเกษตรผสมผสาน ที่ใช้เทคโนโลยี และเน้นการผลิตโดยแรงงานในครัวเรือนเป็นหลัก

7.3 การต่อยอดข้อความรู้หากจะมีการศึกษาต่อไป

การศึกษารั้วนี้พบว่า ผลการคาดการณ์ในการศึกษาข้างความสมบูรณ์ ทั้งนี้เป็นเพราะ การพยากรณ์แนวโน้มการใช้ที่ดิน ผลผลิต และราคาสินค้าในอนาคต ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่กำหนดขึ้นในแบบจำลองเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้วยังมีอิทธิพลอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงได้อีก เช่น นโยบายรัฐ การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี เป็นต้น ซึ่งไม่ได้นำมารวมไว้ในแบบจำลอง ดังนั้น หากจะมีการพัฒนาแบบจำลองนี้ต่อไปควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1) แบบจำลองมหภาค ควรเพิ่มการเปลี่ยนแปลงนโยบายภาครัฐในแบบจำลองเพื่อศึกษาถึงผลกระทบการวางแผนและเป้าหมายของนโยบายรัฐต่อภาคการเกษตรไทย

2) แบบจำลองจุลภาค ควรพัฒนาให้สามารถปรับเปลี่ยนอุปสงค์พืชพลังงานให้เป็นตัวแปรภายนอก ที่เปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายการผลิตของภาครัฐ เพื่อใช้วิเคราะห์ตามเป้าหมายการผลิตทั้งในด้านผลผลิต พื้นที่ เป็นต้น อีกทั้งควรนำปัจจัยโดยเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและผลผลิตการผลิตเข้าไปในแบบจำลอง อาทิ สัดส่วนพื้นที่ชลประทาน การจัดเขตกรรมการผลิต งบประมาณของรัฐต่อภาคเกษตร งบวิจัยทางการเกษตร เพราะปัจจัยเหล่านี้จะมีความเกี่ยวข้องต่อทิศทางการปรับเปลี่ยนของภาคการเกษตรไทย รวมทั้งประเด็นด้านพืชอาหารและพืชพลังงาน

บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

- Amezaga, J.M., Boyes, S.L. and Harrison, J.A. 2010. **Biofuels Policy in the European Union**. 7th International Biofuels Conference, February 2010, New Delhi. Available online at: <http://research.ncl.ac.uk/reimpact/Related%20Documents/Reports/Biofuels%20Policy%20in%20the%20European%20Union.pdf>
- 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.
- Chakravorty, u., B. Magné, 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.
- Dixon-Declève, S. 2012. **"Fuel Policies in the EU: Lessons Learned from the Past and Outlook for the Future"** Chapter 5 in: T.I. Zachariadis (ed.), Cars and Carbon: Automobiles and European Climate Policy in a Global Context, Springer Science Publisher.
- FAO. 2008. **Forests and energy: Key issues**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2008
- FAO. 2010. **Bioenergy and food security: the BEFS analysis for Thailand**. FAO environment and natural resources management working paper.
- FAO. 2011. **FAO's views on Bioenergy**, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011, <http://www.fao.org/bioenergy/47280/en/>
- 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.

- Leonard Daniel and Van Long Ngo. 1992. **Optimal control theory and static optimization in economics**. Cambridge University Press
- Malcolm, S.A., M. Aillery, and M. Weinberg. 2009. **Ethanol and a Changing Agricultural 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).
- Moschini, GianCarlo & Cui, Jingbo & Lapan, Harvey E., O. 2012. **Economics of Biofuels: An Overview of Policies, Impacts and Prospects,,** Bio-based and Applied Economics Journal, Italian Association of Agricultural and Applied Economics (AIEAA), issue 3
- Rosen, S., & Shapouri, S. 2008. **Rising food prices intensify food insecurity in developing countries**. *Amber Waves, ERS USDA*, 6(1), 16-20
- 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.
- Tebeau, A., M. Banse, G. Woltjer and H. van Mejlil. 2009. **Impact of the EU Biofuels Directive on the EU food supply chain**. Paper prepared for presentation at the 113th EAAE Seminar.
- Teixeira de Seousa, P. Jr, Dall' Dall' Oglio. E.L., Marta, J.M., Sato, M., Brito de Azevedo, R.A. and Spindola, C. 2008. **The ethanol and biodiesel programmes in Brazil**. In Mytelka, L.K. and Boyle, G (eds) *Makint Choices about Hydrogen: Transport Issue for Developing Countries*. Tokyo: UN University press; and Ottawa: International Development Research Centre. Available online at: [Http://www/idrc.ca/openebooks/413-0/](http://www/idrc.ca/openebooks/413-0/).
- 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 (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.
- 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.

Yano, Y., Blandford, D. and Surry, Y. 2010. **Do Current US ethanol policies make sense?** Policy Issues, PI10, Agricultural and Applied Economics Association, August 2010. Available online at: <http://aaea.org/publications/policy-issues/>.

ภาษาไทย

กรมธุรกิจพลังงาน. 2555. สรุปการผลิต นำเข้า จำหน่ายและส่งออกน้ำมันเชื้อเพลิง (Online).
http://www.doeb.go.th/info/info_sum.php, 29 มกราคม 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.**

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2555จ. **โครงการศึกษาความเป็นไปได้ในการเป็น ศูนย์กลางการค้าเชื้อเพลิงชีวภาพ (HUB) ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และศึกษาแนวทางการกำหนดดัชนีของราคาเอทานอล (Benchmark Price) ที่ซื้อขายในเอเชีย.**
http://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/Final%20Report_1.pdf, มกราคม 2556

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.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555ก. อัตราดอกเบี้ยเงินฝากเฉลี่ย ปี 2554 (Online).

<http://www.bot.or.th>, 7 มกราคม 2556.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555ข. ราคาขายส่งสินค้าโภคภัณฑ์ในกรุงเทพมหานคร (Online).

www.bot.or.th, 2 ตุลาคม 2555.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555ค. รายงานราคาเอทานอลไทย (Online). www.bot.or.th, มกราคม 2555.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2555ค. เอทานอลโอกาสและความท้าทายของนโยบายพลังงานไทย (Online).

www.bot.or.th, ธันวาคม 2555.

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย, บัณฑิต ฟุ้งธรรมสาร, พิมพ์พร ขาวสวนเจริญ, จักรพงศ์ พงศ์ไธสวรรย์, 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.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2554. รายได้ประชาชาติของประเทศไทย ปี พ.ศ.2554 แบบปริมาณลูกโซ่.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2552. โครงการศึกษาแนวทางการผลักดันและขับเคลื่อนการปรับโครงสร้างภาคเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรเพื่อสร้างมูลค่า.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. 2554. รายงานการผลิตน้ำตาลทรายฉบับปิดหีบ ปีการผลิต 2553/2554. กระทรวงอุตสาหกรรม.

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. 2551ค. สถานการณ์การผลิตมันสำปะหลังในประเทศไทย (online). <http://www.oae.go.th.html>, 27 พฤศจิกายน 2551.
- 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. 2553ง. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2553. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 416.
- 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
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554จ. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตร ปี 2554 (Online). www.oae.go.th, 29 กันยายน 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ฉ. ข้อมูลพื้นฐานเศรษฐกิจการเกษตรปี 2554. เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 401.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554ช. แผนปฏิบัติการประจำปี. สำนักนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ก. ตัวชี้วัดทางเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย พ.ศ. 2554 (Online). www.oae.go.th, 15 กันยายน 2555.

- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ข. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2553 (Online). www.oae.go.th, 19 พฤษภาคม 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ค. สถิติการเกษตรประเทศไทย (Online). http://www.oae.go.th/oae_report/stat_agri/form_search.php, 30 กุมภาพันธ์ 2555.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ง. สถิติการค้าสินค้าเกษตรกรรมไทยกับต่างประเทศปี 2554 (Online). www.oae.go.th, 27 กันยายน 2555
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555จ. ข้อมูลการใช้ที่ดินทางการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ฉ. ข้อมูลการผลิตพืชไร่. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ช. ข้อมูลการผลิตและราคาสินค้าเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ซ. ข้อมูลการใช้สินค้าเกษตรภายในประเทศ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555ณ. ข้อมูลการส่งออกสินค้าเกษตร. ศูนย์สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักสถิติแห่งชาติ. 2555. การสำรวจภาวะการทำงานของประชากรทั่วราชอาณาจักร ปี 2555 (Online). <http://www.nso.go.th>, 7 มกราคม 2556.
- เออวดี เปรมัษเฐียร และชาลวิภา สุกใส. 2556. การปรับตัวของภาคการเกษตรไทยต่อผลกระทบของการเพิ่มการผลิตพืชพลังงาน. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 สรุปข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง

แบบจำลอง	LEITAP	AGMEMOD	AGLINK/COSIMO	ESIM	POLES	PRIMES	FAPRI	POLYSYS
ประเภท	แบบจำลองดุลยภาพทั่วไป	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน	แบบจำลองดุลยภาพบางส่วน
วัตถุประสงค์	ศึกษาผลกระทบของการค้าเสรีของภาคเกษตรไทย ภายใต้เงื่อนไข ตลาดแรงงาน ทดแทนใน ภาพรวม	ศึกษาผลกระทบของการ บรรลุมাত্রการขึ้นต่ำ ของการอัตราส่วนสม เชื้อเพลิงชีวภาพที่ 5.75% ในปี 2010	ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการเพิ่มขึ้นของราคา น้ำมันดิบ และมาตรการ ด้านเชื้อเพลิงชีวภาพต่างๆ	ต้องการบรรลุ เป้าหมายการใช้ เชื้อเพลิงชีวภาพที่ 10% ในปี 2010 และ กำจัดมาตรการกีดกัน การนำเข้าเอทานอล	วางแผนอุปสงค์ พลังงานในอนาคต	วางแผนอุป สงค์พลังงาน ในอนาคต	คาดการณ์ ผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลง นโยบายการค้า ระหว่างประเทศ	ศึกษาผลกระทบที่ เกิดขึ้นจากการ เปลี่ยนแปลงนโยบาย เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม
พื้นที่ในการวิเคราะห์	57 ภูมิภาคทั่วโลก	ประเทศในสหภาพยุโรป 27 ประเทศ เน้นสมาชิกในกลุ่ม 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 ตั้งแต่ระดับพาร์มจนถึงระดับประเทศ จำนวน 305 เขต หรือ 7 ภูมิภาค

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : มีข้ออ่อนและมั่นคงสำหรับใช้เป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ)

แบบจำลอง	LEITAP	AGMEMOD	AGLINK/COSIMO	ESIM	POLES	PRIMES	FAPRI	POLYSYS
องค์ประกอบ ของแบบจำลอง	เกิดจากการ รวมกลุ่มพลังงาน non-coal ประกอบด้วย fuel และ gas แต่ fuel จะแยกออกเป็น ดีเซล/เบนซิน และไปเอทานอล	แบบจำลองอุปทาน อุปสงค์ การค้า ระหว่างประเทศ และ ราคา	ข้อมูลที่ได้จากการ สอบถามตัวอย่างใน ประเทศสมาชิก โดยใช้ แบบสอบถาม Medium Term Questionnaire	กลุ่มนโยบาย กลุ่ม สมการพฤติกรรม กลุ่มการเงิน กลุ่มค่า สัมประสิทธิ์	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 และเมล็ดน้ำมันเป็น วัตถุดิบ	ธัญญาพืชและเมล็ด น้ำมัน บัต สัม มะเขือเทศ ปศุสัตว์ และนม มันฝรั่ง น้ำมันโอเลฟ และ ยาสูบ	เมล็ดน้ำมัน เมล็ดธัญญา พืช น้ำตาล และ ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้	ธัญญาพืช น้ำตาล เร พัต เมล็ด ทานตะวัน และ ผลิตภัณฑ์ผลพลอย ได้	ใช้ชีวมวล 5 กลุ่ม ได้แก่ พืชพลังงาน วัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตร ป่าไม้ ชีว มวลในน้ำ และของ เสีย	พืชพลังงานที่ โดดเด่น คือ หญ้าเลี้ยงสัตว์ น้ำตาล น้ำมัน และ wood crop	ธัญญาพืช เมล็ด น้ำมัน ปศุสัตว์ ผลิตภัณฑ์นม เชื้อเพลิงชีวภาพ และพืชอื่นๆ	ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลี ถั่วเหลือง ฝ้าย ข้าว ถั่ว อ้อย ชู การบีบ ถั่วตากแห้ง

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 2 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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นฟิซพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 2 (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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 2 (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 2 (ต่อ)

(หน่วย: พันตัน)

ปี	D_{BE_t}	$BEDP_t$	$BEE X_t$	$BEIM_t$	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)

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 3 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)

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 4 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)

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 5 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</i> (1)		0.182 (0.6290)	-0.184 (-0.754)		
<i>AR</i> (2)	-0.384 (-1.433)			-0.486 (-2.138)**	-0.601 (-2.394)**
<i>MA</i> (1)		-0.921 (-18.102)**			
<i>MA</i> (2)					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 5 (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</i> (1)			0.074 (-0.309)	-0.442 (-1.894)*	-0.160 (-0.669)
<i>AR</i> (2)					
<i>MA</i> (1)					
<i>MA</i> (2)					
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 5 (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 5 (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 6 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

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน

ตารางภาคผนวกที่ 6 (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 6 (ต่อ)

ปี	P_{BEWS_t} (บาท/กก.)	P_{BEEEX_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 A

แบบจำลองการพยากรณ์การปรับตัวของภาคการเกษตรไทย : เมื่ออ้อยและมันสำปะหลังเป็นพืชพลังงานทดแทน



สถาบันคลังสมองของชาติ

ชั้น 22B อาคารมหานครยิบซัม เลขที่ 539/2 ถนนศรีอยุธยา

เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์: 0 2640 0461 โทรสาร: 0 2640 0465

www.knit.or.th