

๑ คำนำ

ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่ง ที่มีโครงการผลิตแอลกอฮอล์สำหรับรถยนต์จากวัสดุเกษตร โดยรัฐบาลได้จัดทำโครงการที่จะผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยและมันสำปะหลังเป็นจำนวน 480 ล้านลิตรต่อปี และได้บรรจุโครงการนี้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 : 2525-2529 สำหรับมูลเหตุที่ทำให้รัฐบาลจัดทำโครงการดังกล่าวเนื่องมาจากปัญหาที่สำคัญ 3 ประการคือ

1. ประเทศไทยได้ส่งน้ำมันเข้ามาในประเทศเป็นปริมาณมาก และในปริมาณที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา และแนวโน้มของราคาน้ำมันได้เพิ่มมากขึ้นด้วย
2. ปัญหาทางด้านผลผลิตมันสำปะหลังส่วนเกิน ทั้งนี้เนื่องจากกลุ่มประเทศผู้ซื้อรายใหญ่ คือ กลุ่มประเทศประชาคมเศรษฐกิจยุโรป (EEC) ได้ลดการสั่งเข้ามาสำปะหลังจากไทย
3. ปัญหาทางด้านผลผลิตอ้อยส่วนเกิน โดยเฉพาะในปีที่ราคาน้ำตาลในตลาดโลกตกต่ำ

การใช้อ้อยและมันสำปะหลังมาผลิตแอลกอฮอล์ เป็นการเพิ่มอุปสงค์อ้อยและมันสำปะหลังภายในประเทศ จะช่วยบรรเทา



ความเป็นไปได้ และ ผลกระทบของการผลิต

แอลกอฮอล์ จากวัสดุเกษตร ในประเทศไทย*

ประยงค์ เนตยารักษ์

คณะเศรษฐศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปัญหาผลผลิตส่วนเกินได้ และช่วยลดปริมาณการใช้น้ำมันเข้าด้วย ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการขาดดุลทางการค้าได้ส่วนหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม การนำผลผลิตผลเกษตรมาผลิตแอลกอฮอล์ อาจจะมีผลกระทบต่อการจัดสรรทรัพยากร โดยเฉพาะที่ดินซึ่งมีอยู่จำกัด การใช้ที่ดินมาผลิตอ้อยและมันสำปะหลังมากขึ้น ย่อมทำให้มีที่ดินเหลือสำหรับการผลิตสินค้าเกษตรอื่น ๆ น้อยลง โดยเฉพาะพืชที่ใช้เป็นอาหาร เช่น ข้าว เมื่อปริมาณการผลิตพืชอื่น ๆ น้อยลง ราคาสินค้าเกษตรภายในประเทศอาจจะสูงขึ้น และปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกอาจจะลดลง ซึ่งจะมีผลกระทบในทางลบต่อดุลการค้าหรือดุลการชำระเงินด้วย

๒ วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างแบบจำลองในการผลิตสินค้าเกษตรและแอลกอฮอล์ระดับประเทศ โดยแบบจำลองนี้จะรวม (ก) ข้อจำกัดของทรัพยากร (ข) การผลิต การบริโภค การส่งออก ราคาสินค้าเกษตร และราคาแอลกอฮอล์ (ค) การขนส่งวัสดุเกษตรที่ใช้ผลิตแอลกอฮอล์ การขนส่งสินค้าเกษตรและแอลกอฮอล์ ภายในเขตระหว่างเขตและท่าเรือกรุงเทพ

2. เพื่อใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์ (ก) ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่างหวาน ในปี 2524 (ข) ผลกระทบจากการผลิตแอลกอฮอล์ต่อการผลิตสินค้าเกษตร การบริโภค การส่งออก และราคา (ค) ความเป็นไปได้ในการส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น (ง) ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อดุลการค้า (จ) การจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตสินค้าเกษตร (ฉ) แหล่งที่ตั้งโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ที่เหมาะสม

* บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ปริญญาเอก เรื่อง "Economic Analysis of Alcohol Production in Thailand and Its Implication on Trade with Japan" ซึ่งผู้เขียนเสนอต่อ Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1983. และส่วนหนึ่งของบทความนี้ได้ตีพิมพ์ในวารสารไทย-ญี่ปุ่นศึกษา ปีที่ 1 เล่มที่ 1 ม.ค.-มี.ค. 2527 หน้า 43-55

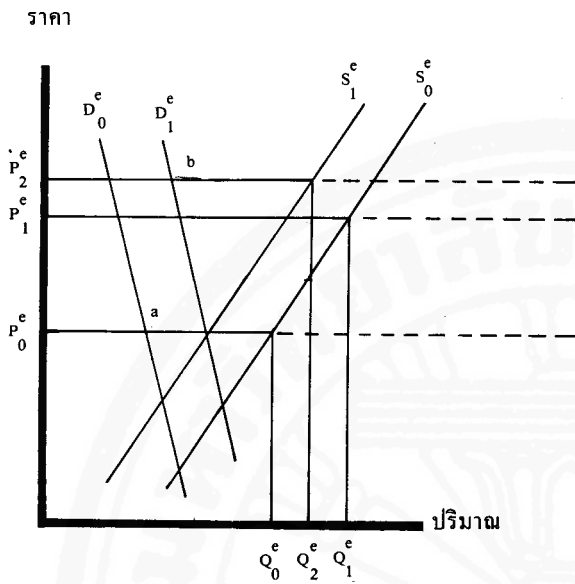
๓ แนวความคิดทางทฤษฎี

หลักเศรษฐศาสตร์สามารถนำมาใช้อธิบายผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรที่มีต่อการผลิต การบริโภค ราคาและปริมาณสินค้าเกษตรส่งออก เพื่อให้ง่ายแก่การวิเคราะห์ในที่นี้สมมุติว่า

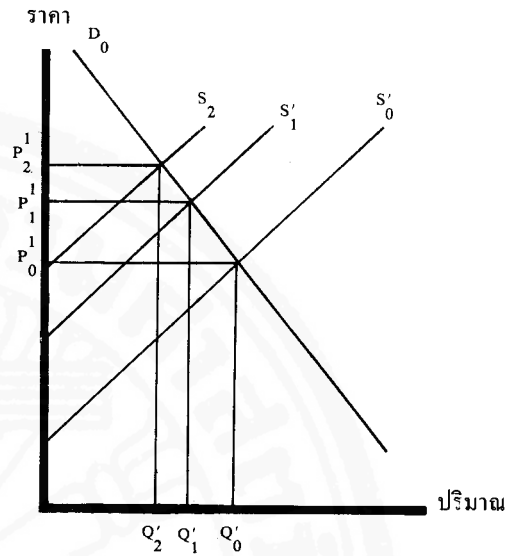
- (1) มีการผลิตพืชผลเกษตรเพียง 2 ประเภท คือ พืชพลังงาน ได้แก่ อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่างหวาน และพืชอาหาร ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด ฯลฯ
- (2) มีการแข่งขันอย่างสมบูรณ์ ในระบบการผลิตสินค้าเกษตรและการตลาด
- (3) มีปัจจัยการผลิตอยู่คงที่จำนวนหนึ่ง แต่เคลื่อนย้ายได้ระหว่างการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร
- (4) เกษตรกรเป็นมนุษย์เศรษฐกิจ (Economic man) และแสวงหากำไรสูงสุดในการผลิตสินค้าเกษตร
- (5) มีการแข่งขันในตลาดส่งออกสินค้าเกษตร และเส้นอุปสงค์ของผู้ส่งออกเป็นเส้นทอดลงจากซ้ายไปขวา
- (6) สมมุติว่าไม่มีค่าขนส่งในการส่งออกสินค้าเกษตร ไม่มีภาษีหรืออุปสรรคใด ๆ ในการส่งสินค้าออก

จากข้อสมมุติดังกล่าวข้างต้น เราสามารถแสดงให้เห็นได้ว่า การผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านราคา ปริมาณการผลิต การบริโภค และการส่งออก พืชพลังงานและพืชอาหาร โดยพิจารณาจากรูปที่ 1 และ 2 ดังนี้ ก่อนการผลิตแอลกอฮอล์ ดุลยภาพของราคาและปริมาณการผลิตพืชพลังงานและพืชอาหาร คือ P_0^P, Q_0^P และ P_0^F, Q_0^F และ ดุลยภาพของราคาและปริมาณพืชพลังงานและอาหารส่งออกคือ P_0^1, Q_0^1 และ P_0^{11}, Q_0^{11} การใช้พืชพลังงานมาผลิตแอลกอฮอล์จะทำให้เส้นอุปสงค์ของพืชพลังงานเปลี่ยนไปเป็นเส้น D_1^P เส้นอุปทานของพืชพลังงานส่งออกเปลี่ยนเป็นเส้น S_1^1 ราคาของพืชพลังงานจะเพิ่มขึ้นเป็น P_1^P หรือ P_1^1 ภายใต้ข้อกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ คงที่ (Ceteris Paribus) เกษตรกรจะสนองตอบการเพิ่มขึ้นของราคาพืชพลังงานโดยผลิตพืชพลังงานเพิ่มขึ้นเป็น Q_1^P ซึ่งจะเป็นผลให้การผลิตพืชอาหารลดน้อยลงจาก Q_0^F เป็น Q_1^F การส่งออกพืชอาหารลดลงจาก Q_0^{11} เป็น Q_1^{11} และราคาอาหารเพิ่มขึ้นเป็น P_1^F หรือ P_1^{11}

ตลาดในประเทศพืชพลังงาน

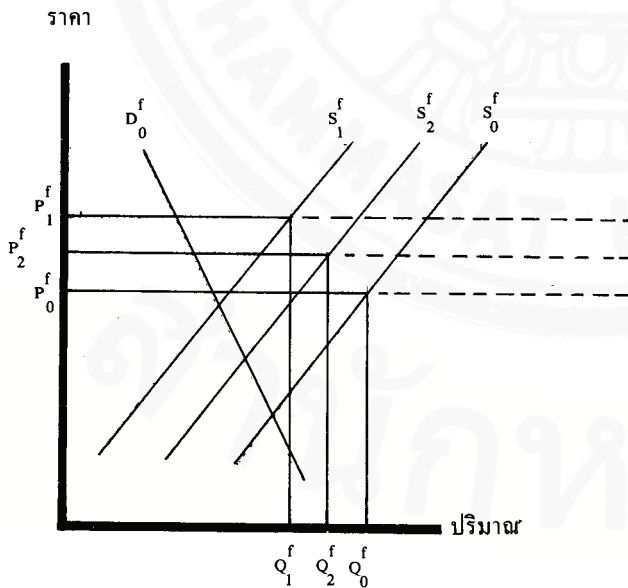


ตลาดส่งออกพืชพลังงาน

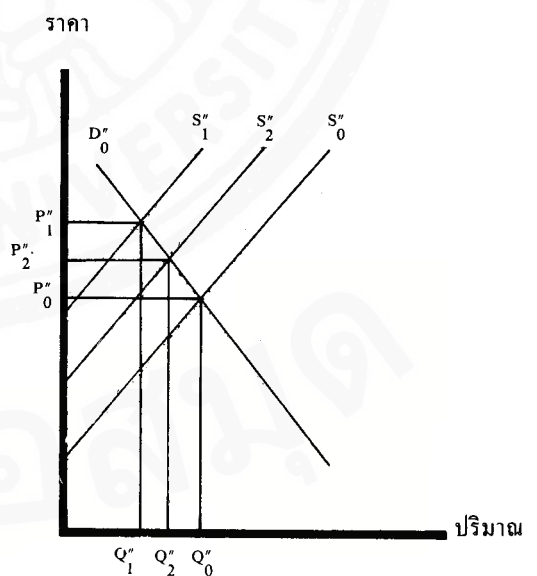


รูปที่ 1 คุณภาพของตลาดในประเทศและส่งออกพืชพลังงาน

ตลาดในประเทศพืชอาหาร



ตลาดส่งออกพืชอาหาร



รูปที่ 2 คุณภาพของตลาดในประเทศและส่งออกพืชอาหาร

การเพิ่มขึ้นของราคาพืชอาหาร จะทำให้เกษตรกรเปลี่ยนมาผลิตพืชอาหารเพิ่มขึ้น (ปริมาณพืชอาหารส่งออกเพิ่มขึ้นด้วย) และปริมาณการผลิตพืชพลังงานลดลง (ปริมาณพืชพลังงานส่งออกลดลงด้วย) การปรับปริมาณการผลิต ปริมาณส่งออก และราคาพืชพลังงานและพืชอาหารจะดำเนินอยู่เช่นนี้จนกระทั่งได้ดุลยภาพใหม่ในตลาดภายในประเทศของพืชอาหารและพืชพลังงาน คือ (Q_2^I, P_2^I) และ (Q_2^O, P_2^O) ดุลยภาพในตลาดส่งออกคือ (Q_2^{II}, P_2^{II}) และ (Q_2^I, P_2^I) ตามลำดับ จากการเปรียบเทียบดุลยภาพใหม่กับดุลยภาพเดิม แสดงให้เห็นว่าการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรทำให้มีการผลิตพืชพลังงานมากขึ้น และผลิตพืชอาหารน้อยลง การบริโภคพืชพลังงานเพิ่มขึ้นและบริโภคพืชอาหารน้อยลง พืชพลังงานและพืชอาหารส่งออกลดลง และราคาพืชพลังงานและพืชอาหารเพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ตามหลักเศรษฐศาสตร์ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า การผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรจะช่วยแก้ปัญหาผลผลิตส่วนเกินของอ้อยและมันสำปะหลังได้ แต่ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกจะลดลงซึ่งจะมีผลต่อดุลการค้าและราคาอาหารจะเพิ่มขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผู้บริโภคอาหารภายในประเทศ

๕ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

การผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรจะแข่งขันกับน้ำมันเป็นจีนได้หรือไม่ และ ณ ระดับราคาเท่าไร มีความเป็นไปได้เพียงใดที่จะส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น ตลอดจนผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อสินค้าเกษตรส่งออก ราคาสินค้าเกษตร และการบริโภคสินค้าเกษตร เราจึงใช้ Modified Linear Programming Model เพื่อวิเคราะห์หาคำตอบสำหรับคำถามเหล่านี้ (รายละเอียดของ Model นี้ แสดงอยู่ในภาคผนวก) แบบจำลองนี้สร้างขึ้นโดยการรวมเส้นอุปสงค์ต่อสินค้าภายในประเทศและส่งออกเข้าไปใน Basic Linear Programming Model, (Duloy and Norton, 1975) แบบจำลองนี้สร้างขึ้นโดยมีสมมติฐานว่าเกษตรกรแสวงหารายได้สุทธิสูงสุด (Maximize net revenue) ภายใต้เงื่อนไขของทรัพยากรที่ดินและแรงงานที่มีอยู่จำกัดจำนวนหนึ่ง

ขอบเขตของการศึกษานี้ครอบคลุมทั้งประเทศ และได้แบ่งประเทศออกเป็น 7 เขต (รูปที่ 3) โดยแต่ละเขต ได้กำหนดให้เมือง

ใหญ่เป็นศูนย์กลางการบริโภคพืชเกษตรและแอลกอฮอล์ ส่วนสินค้าเกษตรและแอลกอฮอล์ส่งออกกำหนดให้เป็นที่ทำเรือกรุงเทพ

สำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในแบบจำลองมีดังนี้คือ

1. การผลิตสินค้าเกษตรขั้นต้น ได้แก่ การผลิตข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง ข้าวฟ่าง ข้าวฟ่างหวาน ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ฝ้าย ปอ ผักและไม้ดอก พืชไร่ อื่น ๆ โค กระบือ และสนประดิพัทธ์ (ใช้เป็นพลังงานในการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลัง)

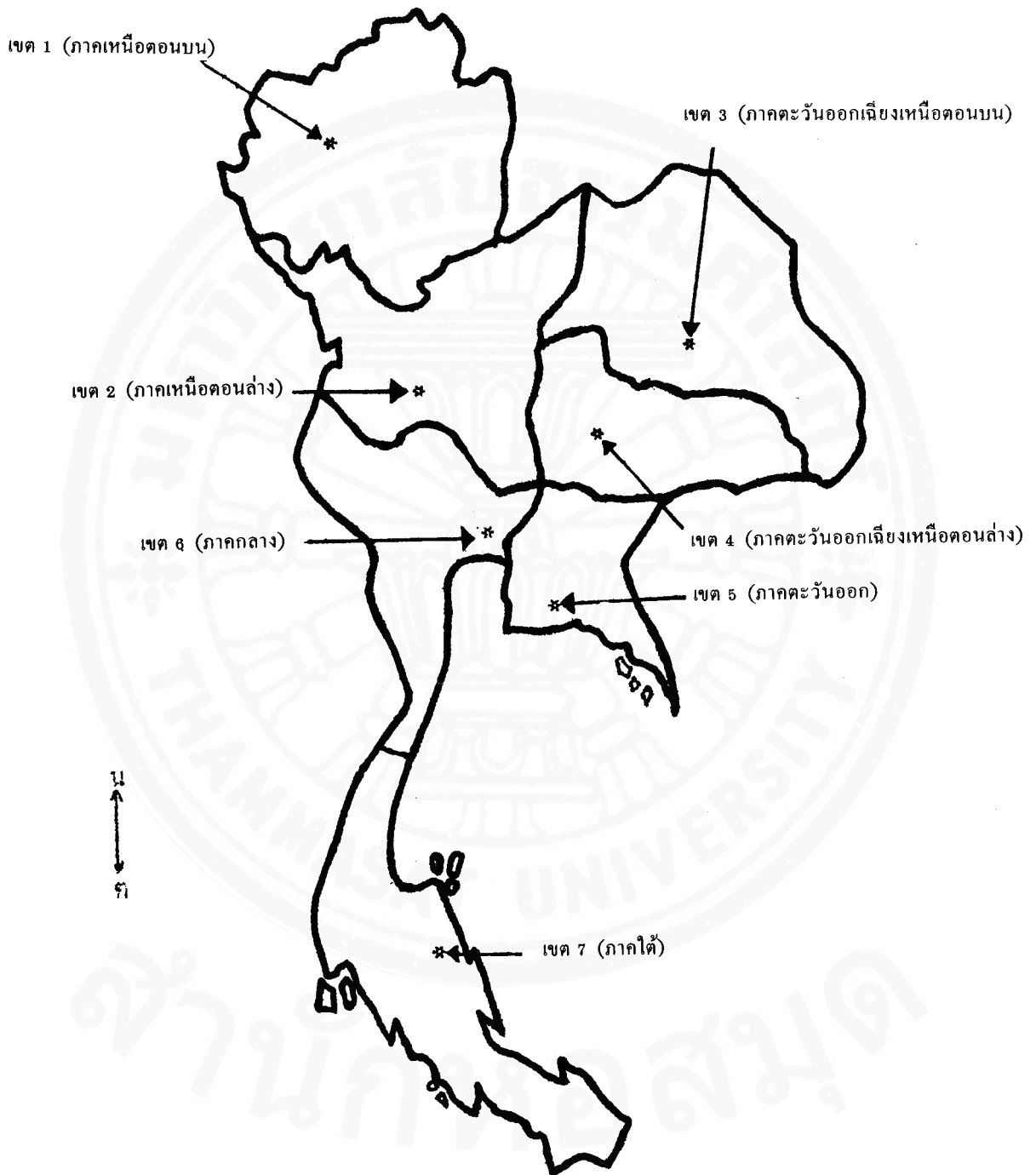
2. การแปรรูปสินค้าเกษตร ได้แก่ การผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย และการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวฟ่างหวาน

3. การขนส่ง ประกอบด้วย การขนส่งวัตถุดิบจากแหล่งผลิตไปโรงงานแปรรูป การขนส่งแอลกอฮอล์จากโรงงานแปรรูปไปที่แหล่งบริโภค ซึ่งอยู่ตามเมืองสำคัญ ๆ ของแต่ละเขต การขนส่งแอลกอฮอล์และสินค้าเกษตรระหว่างเขตและท่าเรือส่งออก

4. การบริโภค และการส่งออกสินค้าเกษตรและแอลกอฮอล์ สินค้าเกษตรที่ไม่ได้ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์จะถูกส่งไปขายในเมืองซึ่งเป็นศูนย์กลางการบริโภคและส่งออก แอลกอฮอล์จากแหล่งผลิตจะถูกส่งไปผสมกับน้ำมันเป็นจีนที่ศูนย์กลางการบริโภคและส่งออก สำหรับการบริโภคแอลกอฮอล์ภายในประเทศนั้น การศึกษานี้กำหนดไว้เป็น 2 ระดับ คือไม่เกินร้อยละ 20 และ 100 ในการทดแทนน้ำมันเป็นจีน การใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันเป็นจีน ณ ระดับไม่เกินร้อยละ 20 นั้น กำหนดให้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นจีนได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนรถยนต์ที่ใช้แอลกอฮอล์ล้วนจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันเป็นจีนล้วนประมาณร้อยละ 20 ฉะนั้นในการทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นจีนทั้งหมดกำหนดให้ต้องใช้แอลกอฮอล์ร้อยละ 120 ของปริมาณการบริโภคน้ำมันเป็นจีนทั้งหมด

ต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตร ต้นทุนแปรรูป และค่าขนส่งแบ่งออกเป็นต้นทุนที่เป็นตัวเงิน และต้นทุนที่อยู่ในรูปของพลังงานที่ใช้ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม พลังงานที่ใช้ทั้งหมดได้ถูกแปลงให้อยู่ในรูปของน้ำมันดีเซล (in liters of diesel oil equivalents) วัตถุประสงค์ของการแยกต้นทุนและค่าขนส่งให้อยู่ในรูปของพลังงานที่ใช้ ก็เพื่อให้ต้นทุนส่วนนี้เปลี่ยนแปลงไปตามราคาของพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไป

ราคาน้ำมันเป็นจีนซึ่งใช้แทนราคาแอลกอฮอล์ที่ศูนย์กลางการบริโภคของแต่ละเขตนั้น คำนวณจากการบวกต้นทุนการผลิตน้ำมันเป็นจีนที่โรงกลั่น (ex-refinery price) กับค่าขนส่งน้ำมันเป็นจีนจากโรงกลั่นถึงศูนย์กลางการบริโภคของแต่ละเขต ส่วนราคาแอลกอฮอล์



รูปที่ 3 เขตและศูนย์กลางการบริโภค

ตารางที่ ๑ ราคาขายส่งแอลกอฮอล์ แยกตามเขต ปี ๒๕๒๔

เขต	ราคาขายส่งแอลกอฮอล์									
	ปัจจุบัน	+๕%	+๑๐%	+๑๕%	+๒๐%	+๓๐%	+๔๐%	+๕๐%	+๖๐%	+๗๐%
	(บาท/ลิตร)									
๑	๗.๔๔	๘.๓๔	๘.๗๔	๙.๑๕	๙.๕๔	๑๐.๓๔	๑๑.๑๕	๑๑.๔๔	๑๒.๗๘	๑๓.๕๔
๒	๗.๑๓	๗.๕๔	๗.๘๔	๘.๒๐	๘.๕๖	๙.๒๗	๙.๕๔	๑๐.๗๐	๑๑.๔๑	๑๒.๑๒
๓	๗.๕๐	๗.๘๘	๘.๒๕	๘.๖๓	๙.๐๐	๙.๗๕	๑๐.๕๐	๑๑.๒๕	๑๒.๐๐	๑๒.๗๕
๔	๗.๑๕	๗.๕๑	๗.๘๗	๘.๒๒	๘.๕๘	๙.๓๐	๑๐.๐๑	๑๐.๗๓	๑๑.๔๕	๑๒.๑๖
๕	๖.๖๔	๖.๙๗	๗.๓๐	๗.๖๔	๗.๙๗	๘.๖๓	๙.๓๐	๙.๙๖	๑๐.๖๒	๑๑.๒๘
๖	๖.๖๗	๗.๐๐	๗.๓๔	๗.๖๗	๘.๐๐	๘.๖๗	๙.๓๔	๑๐.๐๑	๑๐.๖๗	๑๑.๓๔
๗	๘.๕๑	๘.๙๔	๙.๓๖	๙.๗๘	๑๐.๒๑	๑๑.๐๖	๑๑.๔๑	๑๒.๗๗	๑๓.๖๒	๑๔.๙๗
ส่งออก	๕.๘๐	๖.๐๔	๖.๓๘	๖.๖๗	๖.๙๖	๗.๕๕	๘.๑๒	๘.๗๐	๙.๒๘	๙.๘๖

ตารางที่ ๒ ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล แยกตามเขต ปี ๒๕๒๔

เขต	ราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล									
	ปัจจุบัน	+๔%	+๑๐%	+๑๕%	+๒๐%	+๓๐%	+๔๐%	+๕๐%	+๖๐%	+๗๐%
	(บาท/ลิตร)									
๑	๗.๕๐	๗.๘๘	๘.๒๕	๘.๖๓	๙.๐๐	๙.๗๕	๑๐.๕๐	๑๑.๒๕	๑๒.๐๐	๑๒.๗๕
๒	๗.๓๑	๗.๖๔	๘.๐๕	๘.๔๑	๘.๗๗	๙.๕๐	๑๐.๒๓	๑๐.๙๗	๑๑.๗๐	๑๒.๔๓
๓	๗.๓๔	๗.๗๖	๘.๑๓	๘.๕๐	๘.๖๗	๙.๖๑	๑๐.๓๔	๑๑.๐๘	๑๑.๘๒	๑๒.๕๖
๔	๗.๓๗	๗.๗๕	๘.๑๑	๘.๔๘	๘.๘๔	๙.๕๘	๑๐.๓๒	๑๑.๐๖	๑๑.๗๘	๑๒.๕๓
๕	๗.๑๔	๗.๕๕	๗.๙๑	๘.๒๗	๘.๖๓	๙.๓๔	๑๐.๐๗	๑๐.๗๘	๑๑.๕๐	๑๒.๒๒
๖	๗.๑๒	๗.๗๘	๗.๘๓	๘.๑๘	๘.๕๔	๙.๒๖	๙.๙๗	๑๐.๖๘	๑๑.๓๘	๑๒.๑๐
๗	๗.๘๒	๗.๗๕	๘.๑๖	๘.๕๓	๘.๙๐	๙.๖๔	๑๐.๓๘	๑๑.๑๓	๑๑.๘๗	๑๒.๖๑

ซอสที่ส่งไปญี่ปุ่นคำนวณโดยสมมุติว่าต้นทุนการผลิตน้ำมันเป็นเงินที่โรงกลั่นในญี่ปุ่นเท่ากับที่โรงกลั่นในประเทศไทย ฉะนั้นราคาแอลกอฮอล์ที่ส่งไปญี่ปุ่นที่ทำเรือกรุงเทพจะเท่ากับต้นทุนการผลิตน้ำมันเป็นเงินที่ลบด้วยค่าขนส่งน้ำมันระหว่างไทยกับญี่ปุ่น

ราคาแอลกอฮอล์ (น้ำมันเป็นเงิน) ที่ศูนย์กลางการบริโภคของแต่ละเขต ราคาแอลกอฮอล์ส่งออกญี่ปุ่น และราคาน้ำมันดีเซล ได้ถูกกำหนดให้เพิ่มขึ้นเป็นช่วงๆ ช่วงละ 5 ถึง 10 เปอร์เซ็นต์ จากราคาปัจจุบันในปี 2524 (ตารางที่ 1 และ 2)



การวิเคราะห์

การวิเคราะห์การผลิตแอลกอฮอล์จากวัตถุประสงค์ต่อไปนี้เป็น 4 หัวข้อ คือ (1) การผลิตแอลกอฮอล์ในปี 2524 (2) ความได้เปรียบของพืชพลังงานต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์ (3) การใช้ การจำแนกแจกจ่าย และการส่งออกแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น และ (4) ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อการใช้ที่ดิน การผลิตสินค้าเกษตร ราคาสินค้าเกษตรภายในประเทศ ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออก คุณค่าและคุณค่าการชำระเงิน

(1) การผลิตแอลกอฮอล์ในปี 2524

ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์นอกจากจะขึ้นอยู่กับราคาแอลกอฮอล์ (ราคาน้ำมันเป็นเงิน) แล้ว ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ คือ ปริมาณการบริโภคแอลกอฮอล์ภายในประเทศ ชนิดของพืชพลังงาน การบริโภคสินค้าเกษตรภายในประเทศ ปริมาณปัจจัยที่ดินและผลผลิตสินค้าเกษตรต่อไร่ ตัวอย่างเช่น ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จะเพิ่มขึ้น ถ้าราคาแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นหรือปริมาณการบริโภคแอลกอฮอล์ภายในประเทศเพิ่มขึ้น หรือปริมาณการบริโภคสินค้าเกษตรภายในประเทศลดลง หรือปัจจัยที่ดินเพิ่มขึ้น หรือผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นการศึกษานี้ยังพบว่าการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังเหมาะสมกว่าจากอ้อย หรือข้าวฟ่างหวาน ณ ทุกระดับราคาแอลกอฮอล์

ถ้ากำหนดให้การบริโภคแอลกอฮอล์สูงสุดไม่เกินร้อยละ 20 (433 ล้านลิตร) ของปริมาณการบริโภคน้ำมันเป็นเงินทั้งหมด กำหนดให้ปัจจัยที่ดินและผลผลิตต่อไร่คงที่ การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังจะแข่งขันกับน้ำมันเป็นเงินได้ในราคาปัจจุบัน โดยจะมีการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังจำนวน 89 ล้านลิตรในภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (เขต 3) และผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลจำนวน 293 ล้านลิตรจากทุกภาคของประเทศ ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (เขต 4) และภาคใต้ (เขต 7) (ตารางที่ 3) ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จะเท่ากับปริมาณสูงสุด (433 ล้านลิตร) เมื่อราคาน้ำมันเป็นเงินเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากราคาปัจจุบัน ณ ระดับปริมาณการผลิตนี้ ทุกภาคของประเทศยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล และปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลคิดเป็นร้อยละ 68 ของการบริโภคแอลกอฮอล์ทั้งหมด ส่วนที่เหลือร้อยละ 32 เป็นแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์เปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาณการบริโภคแอลกอฮอล์สูงสุดเพิ่มขึ้นเป็น 2,587 ล้านลิตร หรือทดแทนปริมาณการบริโภคน้ำมันเป็นเงินทั้งหมด กล่าวคือราคาน้ำมันเป็นเงินจะต้องเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 จากราคาปัจจุบัน เพื่อที่จะช่วยให้มีการผลิตแอลกอฮอล์ให้เท่ากับปริมาณการผลิตจำนวนนี้ และ ณ ระดับการผลิตนี้ แอลกอฮอล์ส่วนใหญ่จะผลิตจากมันสำปะหลังร้อยละ 89 แอลกอฮอล์ที่ผลิตจากกากน้ำตาลคิดเป็นเพียงร้อยละ 11 ของปริมาณการผลิตทั้งหมดเท่านั้น (ตารางที่ 4)

(2) ความได้เปรียบของพืชพลังงานต่าง ๆ ในการผลิตแอลกอฮอล์

ผลการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่า ณ ทุกระดับราคาน้ำมันเป็นเงินจะมีการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังเท่านั้น ถึงแม้ว่าอ้อยและข้าวฟ่างหวานจะรวมอยู่ในแบบจำลองด้วยก็ตาม เมื่อน้ำมันสำปะหลังที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ออกจากแบบจำลอง การผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างหวานจะแข่งขันกับน้ำมันเป็นเงินได้เมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากราคาปัจจุบัน และการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยจะแข่งขันได้เมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ ณ ระดับราคานี้เพียง 1 ล้านลิตรเท่านั้น ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 จากราคาปัจจุบัน

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามันสำปะหลังได้เปรียบอ้อยในการใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์ สาเหตุที่สำคัญเนื่องมาจากผลผลิตอ้อยต่อไร่ของไทยค่อนข้างต่ำ ในขณะที่ผลผลิตมันสำปะหลังต่อไร่ค่อนข้างสูง ตัวอย่างเช่นในปี 2524 ผลผลิตอ้อยต่อไร่ของไทยเท่ากับ 6.2 ตัน ซึ่งต่ำกว่าของบราซิล (8.78 ตัน) และเฉลี่ยของโลก (8.98 ตัน) ในปีเดียวกันนี้ผลผลิตมันสำปะหลังของไทยเท่ากับ 2.73 ตันต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าของบราซิล (1.92 ตันต่อไร่) และเฉลี่ยของโลก (1.43 ตันต่อไร่) (FAO, 1982)

ตารางที่ ๓ การผลิตแอลกอฮอล์แยกตาม เขตและวัตถุดิบที่ใช้

--- ใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๒๐ เปอร์เซ็นต์ ปี ๒๕๒๔

เขต	กากน้ำตาล ทุกระดับราคา พลังงาน	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์				
		มันสำปะหลัง				
		ระดับราคาพลังงาน				
		ปัจจุบัน	+๔%	+๑๐%	+๑๕%	+๒๐%
		(ล้านลิตร)				
๑	๑๒	--	--	--	--	--
๒	๒๒	--	--	--	--	--
๓	๒๐	๘๔	๑๔๐	๑๔๐	๒๖๔	๓๔๕
๔	--	--	--	--	--	--
๕	๔๗	--	--	--	--	--
๖	๑๔๒	--	--	--	--	--
๗	--	--	--	--	--	--
ทุกเขต	๒๔๓	๘๔	๑๔๐	๑๔๐	๒๖๔	๓๔๕
(รวมกากน้ำตาล)	--	๓๘๒	๔๓๓ ^ก	๕๓๓	๕๖๒	๑,๐๓๔

^ก ปริมาณการบริโภคแอลกอฮอล์สูงสุด ๒๐ เปอร์เซ็นต์ผสมกับน้ำมันเบนซิน

ตารางที่ ๔ การผลิตแอลกอฮอล์แยกตาม เขตและวัตถุดิบที่ใช้

--- ใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๑๐๐% ปี ๒๕๒๔

เขต	กากน้ำตาล ทุกระดับราคา พลังงาน	วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแอลกอฮอล์						
		มันสำปะหลัง						
		ระดับราคาพลังงาน						
		ปัจจุบัน	+๑๐%	+๒๐%	+๓๐%	-	+๔๐%	+๖๐%
(ล้านลิตร)								
๑	๑๒ (๑๑) ^ก	--	--	--		๑๕๔	๑๕๔ ^ข	
๒	๒๒	--	๖๐	๖๐		๖๐	๑๕๐	
๓	๒๐	๔๘๖	๓๔๔	๓๔๔		๓๔๔	๓๔๔	
๔	--	--	--	๓๗๔		๓๗๔	๓๗๔	
๕	๔๗ (๔๖) ^ก	--	--	--		๑๗๔	๑๗๔	
๖	๑๔๒	--	--	--		๓๗๓	๑,๔๗๗	
๗	--	--	--	--		๔	๔	
ทุกเขต	๒๔๓	๔๘๖	๔๐๔	๑,๔๘๔		๒,๒๕๔	๓,๔๔๐	
(รวมกากน้ำตาล)	--	๔๗๔	๑,๐๔๔	๑,๔๗๖		๒,๔๘๗ ^ง	๓,๗๔๓	

^ก ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล ๗ ระดับราคาพลังงาน ๖๐% สูงกว่าราคาปัจจุบัน

^ข ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยรวมกับมันสำปะหลัง

^ค ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาล ๗ ระดับราคาพลังงาน ๒๐% สูงกว่าราคาปัจจุบันและ ๖๐% ต่ำกว่าราคาปัจจุบัน

^ง ปริมาณการใช้แอลกอฮอล์สูงสุด ๑๐๐% ทดแทนปริมาณการใช้้ำมันเบนซิน

การเปรียบเทียบค่าเสียโอกาส (opportunity costs) ระหว่างการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังกับอ้อย พบว่าค่าเสียโอกาสของการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยสูงกว่าจากมันสำปะหลัง ณ ทุกระดับราคามันเป็นจีนและทุกภาคของประเทศ ผลของการเปรียบเทียบนี้เป็นเครื่องยืนยันว่ามันสำปะหลังได้เปรียบอ้อยในการใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแอลกอฮอล์ในทุกภาค แต่อย่างไรก็ตาม ค่าเสียโอกาสของมันสำปะหลังสูงกว่าของอ้อยไม่มากนักในภาคตะวันออก (เขต 5) และภาคกลางตอนล่าง (เขต 6) ซึ่งเป็นเขตที่มีการปลูกอ้อยมาก อาจสรุปได้ว่าการผลิตแอลกอฮอล์จากอ้อยและมันสำปะหลังในสองภาคนี้ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนักในแง่ของผลผลิตเกษตรอื่น ๆ ของสังคมที่ต้องลดลง

สำหรับข้าวฟ่างหวานพบว่าได้เปรียบอ้อยในการใช้เป็นวัสดุผลิตแอลกอฮอล์ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากผลของการใช้ประโยชน์จากเมล็ดข้าวฟ่างและลำต้น ถ้ามีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์จากเมล็ดข้าวฟ่าง อาจจะทำให้ข้อได้เปรียบของข้าวฟ่างหวานลดลง

(3) การใช้ การจำแนกแจกจ่าย และความเป็นไปได้ในการส่งแอลกอฮอล์ออกไปญี่ปุ่น

ภายใต้ข้อกำหนดให้การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นจีนไม่เกินร้อยละ 20 ของการใช้น้ำมันเป็นจีนทั้งหมดนั้น ภาคกลาง (เขต 6) ซึ่งเป็นที่ตั้งของกรุงเทพฯ ใช้แอลกอฮอล์มากที่สุดร้อยละ 55 ของการผลิตรวมทั้งหมด การใช้แอลกอฮอล์ต่อปีในภาคอื่น ๆ จะอยู่ในช่วง 10–50 ล้านลิตร ณ ที่ระดับราคามันเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จะเพียงพอกับความต้องการแอลกอฮอล์ของทุกภาค โดย

ภาคกลางจะส่งแอลกอฮอล์จากภาคตะวันออก (เขต 5) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (เขต 3) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนนี้ นอกจากจะส่งแอลกอฮอล์ไปภาคกลางแล้ว ยังส่งแอลกอฮอล์ไปยังภาคอื่น ๆ ทุกภาค ยกเว้นภาคตะวันตก และเริ่มส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่นเมื่อราคามันเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 จากราคาปัจจุบัน สำหรับปริมาณแอลกอฮอล์ที่มีการซื้อขายหรือขนส่งระหว่างภาคจะตกประมาณร้อยละ 32 ของปริมาณการใช้แอลกอฮอล์ทั้งหมด (ตารางที่ 5)

แบบแผนการจำแนกแจกจ่ายแอลกอฮอล์จะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์ใช้ทดแทนน้ำมันเป็นจีนทั้งหมด กล่าวคือ ณ ระดับราคามันปัจจุบันภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน (เขต 3) จะส่งแอลกอฮอล์ไปยังภาคเหนือตอนบน (เขต 1) ภาคเหนือตอนล่าง (เขต 2) และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง (เขต 4) แต่เมื่อราคามันเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ซึ่งเป็นราคาที่ทำการผลิตแอลกอฮอล์เพียงพอต่อการทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นจีนทั้งหมดนั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างจะกลายเป็นแหล่งส่งออกแอลกอฮอล์ที่สำคัญอีกภาคหนึ่ง (นอกจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน) โดยภาคนี้ส่งแอลกอฮอล์ไปภาคกลางและภาคใต้ ในขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างส่งแอลกอฮอล์ไปภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง ทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนและตอนล่างจะเริ่มส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น เมื่อราคามันเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 ของการใช้แอลกอฮอล์ทั้งหมด (ตารางที่ 6)

ผลของการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ความเป็นไปได้ในการส่งแอลกอฮอล์ออกไปญี่ปุ่น ขึ้นอยู่กับระดับการบริโภคแอลกอฮอล์ภายในประเทศ และราคาแอลกอฮอล์ ถ้าการบริโภคแอลกอฮอล์

ตารางที่ ๕ การขนส่งแอลกอฮอล์ระหว่างเขตแยกตามระดับราคาส่งงาน
--- ใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นจีนไม่เกิน ๐% ๐ ๒๕๔๔

เขตรับ	เขตส่ง					
	ระดับราคาส่งงาน					
	ปัจจุบัน ^ก		+๕% ^ข		+๒๐% ^ค	
	ก	ค	ก	ค	ก	ค
	(ล้านลิตร)					
๑	๑๖	--	๑๖	--	๑๖	--
๒	๖	--	๖	--	๖	--
๔	๑๔	--	๑๔	--	๑๔	--
๖	๓๖	๔	๓๗	๔	๔๖	--
๗	--	--	๕๐	--	๕๐	--
ส่งออก	--	--	--	--	๔๖๖	๔

^ก๑๕% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซิน

^ข๒๐% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซิน

^ค๒๐% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซินบวกส่งออก

ตารางที่ ๖ การขนส่งแอลกอฮอล์ระหว่างเขตแยกตามระดับราคาส่งงาน
--- ใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นจีนไม่เกิน ๑๐๐% ๒ ๒๕๔๔

เขตรับ	เขตส่ง					
	ระดับราคาส่งงาน					
	ปัจจุบัน ^ก		+๒๐% ^ข		+๖๐% ^ค	
	ก	ค	ก	ค	ค	๖
	(ล้านลิตร)					
๑	๑๔๔	--	--	--	--	--
๒	๑๕๐	๕๐	--	--	--	--
๔	๑๑๖	--	๑๑๖	--	๑๑๖	--
๖	--	๔๔๔	๓๖๖	--	--	๑,๔๒๐
๗	--	--	๒๕๗	--	๔๔	๒๔๔
ส่งออก	--	--	--	๔๗๔	๖๑๔	--

^ก๒๕% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซิน

^ข๑๐๐% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซิน

^ค๑๐๐% ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซินบวกส่งออก

ภายในประเทศกำหนดให้ไม่เกิน ร้อยละ 20 ของการบริโภคน้ำมันเป็นซินทั้งหมด (ใช้แอลกอฮอล์ผสมกับน้ำมันเป็นซินในอัตราไม่เกิน 20 : 80) ประเทศไทยจะเริ่มส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น เมื่อราคาส่งออกแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 จากราคาปัจจุบัน หรือราคาส่งออกเท่ากับ 6.67 บาทต่อลิตร โดยปริมาณส่งออกเท่ากับ 129 ล้านลิตร แต่ถ้าระดับการบริโภคแอลกอฮอล์ในประเทศเพิ่มเป็นทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นซินทั้งหมด ราคาแข่งขันของแอลกอฮอล์ส่งออกจะเพิ่มเป็น 9.28 บาทต่อลิตร (ตารางที่ 7) ราคาที่ต่ำกว่าราคา F.O.B. ที่ประเทศไทยส่งแอลกอฮอล์สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมไปญี่ปุ่นในปี 2524 เล็กน้อย (10.21 บาทต่อลิตร) (Ministry of Commerce, 1981) ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์ส่งออก ณ ระดับราคานี้เท่ากับ 1,193 ล้านลิตร

(4) ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตร

(ก) ผลกระทบต่อการใช้ที่ดิน การใช้ที่ดินรวมเพิ่มขึ้นเมื่อราคาน้ำมันเป็นซินเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีที่ดินที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขต 3 และ 4) ที่ดินที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เหล่านี้ถูกนำมาปลูกมันสำปะหลัง และสนประติพัทธ์ เพื่อการผลิตแอลกอฮอล์ แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในภาคอื่น ๆ นั้นมีการใช้ประโยชน์จากที่ดินอย่างเต็มที่ก่อนการผลิตแอลกอฮอล์ ฉะนั้นการผลิตแอลกอฮอล์ในภาคอื่น ๆ จึงทำให้ที่ดินที่ใช้ปลูกพืชอื่น ๆ ลดลง ผลกระทบนี้จะแตกต่างกันระหว่างพืชต่าง ๆ กัน ผลกระทบยิ่งมีมาก ณ ระดับราคาน้ำมันสูงมาก ๆ เนื่องจากมีการผลิตแอลกอฮอล์มากขึ้นและต้นทุนในส่วนที่เป็นพลังงานเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของต้นทุนที่เป็นพลังงานนี้ทำให้ปริมาณการใช้ที่ดินรวมลดลงเมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นเกิน ร้อยละ 30 จากราคาปัจจุบัน นอก

จากนี้ความแตกต่างทางผลกระทบต่อการใช้ที่ดินยังขึ้นอยู่กับระดับการใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นซิน คือ การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นซินไม่เกิน 100 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลกระทบมากกว่ากรณีการทดแทนไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8)

(ข) ผลกระทบต่อการบริโภคสินค้าเกษตร การบริโภคหรือความต้องการสินค้าเกษตรลดลงเมื่อมีการผลิตแอลกอฮอล์เพิ่มขึ้น และราคาน้ำมันเป็นซินเพิ่มขึ้น แต่การลดลงของการบริโภคสินค้าเกษตรภายใต้การผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนน้ำมันเป็นซินไม่เกิน ร้อยละ 20 จะน้อยกว่าการลดลงของการบริโภคภายใต้การผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้ทดแทนการใช้น้ำมันเป็นซินทั้งหมด และการเปลี่ยนแปลงการบริโภคสินค้าเกษตร ณ ระดับราคาน้ำมันสูงจะมากกว่า ณ ระดับราคาน้ำมันต่ำ นอกจากนี้ผลกระทบต่อการใช้บริโภคสินค้าเกษตรแต่ละชนิดยังแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

(ค) ผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตร การผลิตแอลกอฮอล์และการเพิ่มขึ้นของราคาน้ำมันทำให้ราคาสินค้าเกษตรภายในประเทศเพิ่มขึ้น ดังนั้นราคาสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นทั้งสองกรณี คือ การผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนไม่เกินร้อยละ 20 และทดแทนการใช้น้ำมันเป็นซินทั้งหมด แต่ราคาสินค้าเกษตรในกรณีการทดแทนร้อยละ 20 จะเพิ่มขึ้นน้อยกว่าในกรณีการทดแทนการใช้น้ำมันเป็นซินทั้งหมด การเพิ่มขึ้นของราคาสินค้าเกษตร ณ ระดับราคาน้ำมันสูงจะมากกว่า ณ ระดับราคาน้ำมันต่ำ และการเพิ่มขึ้นของราคาของสินค้าเกษตรแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน กล่าวคือ ราคาของฝ้าย และปอ จะเพิ่มขึ้นน้อยกว่าราคาของสินค้าเกษตรอื่น ๆ เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วลิสง (ตารางที่ 10)

(ง) ผลกระทบต่อสินค้าเกษตรส่งออก ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อปริมาณสินค้าเกษตรส่งออก ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์ และราคาน้ำมันเป็นซิน ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกจะไม่เปลี่ยนแปลงเลย ถ้าปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์ใช้ทดแทนไม่เกินร้อยละ 20 ของการบริโภคน้ำมันเป็นซิน และราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 20 จากราคาปัจจุบันในปี 2524 สำหรับเหตุผลที่ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกไม่ถูกกระทบจากการผลิตแอลกอฮอล์จำนวนนี้เนื่องจากปริมาณแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88) ผลิตจากกากน้ำตาล ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาล ส่วนปริมาณแอลกอฮอล์ที่เหลือ (ร้อยละ 32) ผลิตจากมันสำปะหลัง ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ท้องที่ส่วนนี้มีที่ดินที่ไม่ได้ถูกใช้เพาะปลูกพืชเกษตรเหลืออยู่บางส่วน ฉะนั้นการผลิตมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นเพื่อนำมาผลิตแอลกอฮอล์จึงไม่ต้องแย่งที่ดินมาจากการเพาะปลูกพืชอื่น ๆ สำหรับผลิตผลเกษตรลดลงเนื่องจาก

ตารางที่ ๘ ปริมาณ ราคา และมูลค่าแอลกอฮอล์ส่งออกไปญี่ปุ่น แยกตามการใช้แอลกอฮอล์ในประเทศและราคาพลังงาน ปี ๒๕๒๔

การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นซิน	ราคาพลังงาน	แอลกอฮอล์ส่งออก		
		ปริมาณ (ล้านลิตร)	ราคา (บาทต่อลิตร)	มูลค่า (ล้านบาท)
ไม่เกิน ๒๐%	+ ๕%	๑๒๔	๖.๖๗	๘๖๐
ไม่เกิน ๒๐%	+ ๒๐%	๖๐๔	๖.๖๔	๔,๐๐๔
ไม่เกิน ๑๐๐%	+ ๖๐%	๑,๑๙๓	๙.๒๘	๑๑,๐๗๑

ตารางที่ ๘ ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อการใช้ที่ดิน แยกตามผลิตผลเกษตรและราคาพลังงาน

--- การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๒๐% และ ๑๐๐% ปี ๒๕๒๔ ๗

การใช้ แอลกอฮอล์ ทดแทน น้ำมัน เบนซิน	ราคา พลังงาน	การใช้ ที่ดิน รวม	ประเภทสินค้าเกษตร										สินค้า ประเภติดอก
			ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	อ้อย	ข้าว	ข้าวฟ่าง	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ถั่วลิสง	ฝ้าย	ปอ	
			(๑,๐๐๐ ไร่)										
ไม่เกิน ๒๐%	ปัจจุบัน	๘๖,๓๘๔	๑๑,๐๓๔	๘,๒๔๓	๒,๔๒๒	๔๖,๐๘๖	๑,๓๔๘	๑,๑๓๔	๒,๔๘๘	๓๒๖	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๔
	+๕%	๘๖,๔๕๓	๑๑,๐๔๘	๘,๓๓๗	๒,๔๒๐	๔๖,๐๘๔	๑,๓๔๘	๑,๑๒๔	๒,๔๕๒	๓๒๓	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๖
	+๑๕%	๘๖,๖๖๔	๑๑,๐๓๑	๘,๓๑๔	๒,๔๑๘	๔๖,๐๘๑	๑,๓๔๘	๑,๑๑๔	๒,๔๒๑	๓๒๑	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๑๒
	+๒๐%	๘๗,๓๐๗	๑๐,๘๓๔	๘,๔๗๔	๒,๔๑๔	๔๕,๖๔๔	๑,๓๔๖	๑,๐๗๖	๒,๓๔๑	๓๐๖	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๓๒
	ปัจจุบัน	๘๗,๒๔๒	๑๑,๐๑๐	๘,๔๔๗	๒,๔๒๑	๔๕,๘๖๓	๑,๓๔๖	๑,๑๐๔	๒,๓๔๗	๓๑๔	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๒๔
ไม่เกิน ๑๐๐%	+๑๐%	๘๗,๑๓๐	๑๐,๘๗๗	๑๐,๑๓๗	๒,๔๑๘	๔๕,๗๔๐	๑,๓๔๖	๑,๐๘๐	๒,๓๔๓	๓๐๘	๑,๐๔๐	๑,๒๔๖	๓๔
	+๒๐%	๘๘,๘๑๓	๑๐,๗๖๓	๑๒,๒๐๑	๒,๔๑๖	๔๕,๔๑๐	๔๖๐	๑,๐๖๐	๒,๓๔๔	๓๑๑	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๖๔
	+๓๐%	๘๑,๖๖๔	๑๐,๗๔๑	๑๔,๑๓๘	๒,๔๑๔	๔๖,๗๗๔	๔๖๐	๑,๐๔๗	๒,๓๔๔	๓๓๑	๑,๐๔๐	๑,๒๔๔	๑๐๐
	+๖๐%	๘๐,๖๓๒	๘,๔๕๓	๑๗,๒๔๓	๒,๔๑๔	๔๔,๐๖๖	๔๖๐	๑,๐๔๖	๒,๓๓๒	๖๔๐	๘๑๖	๑,๒๔๔	๑๔๑

ตารางที่ ๙ ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อการบริโภคสินค้าเกษตรแยกตามสินค้าเกษตรและราคาพลังงาน

--- การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๒๐% และ ๑๐๐% ปี ๒๕๒๔

การใช้ แอลกอฮอล์ ทดแทน น้ำมันเบนซิน	ราคา พลังงาน	ปริมาณ การบริโภค รวม	ประเภทสินค้าเกษตร						
			ข้าวโพด	ข้าว	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ถั่วลิสง	ฝ้าย	ปอ
			(๑,๐๐๐ ตัน)						
ไม่เกิน ๒๐%	ปัจจุบัน	๑๓,๗๔๔.๑	๖๖๓.๔	๑๒,๓๑๔.๗	๑๘๖.๔	๗๔.๑	๑๑๔.๘	๑๔๖.๒	๑๘๘.๔
	+ ๕%	๑๓,๗๒๔.๖	๖๕๖.๐	๑๒,๓๑๔.๒	๑๘๕.๐	๗๓.๔	๑๑๔.๘	๑๔๖.๒	๑๘๘.๕
	+๑๐%	๑๓,๗๑๔.๓	๖๕๖.๐	๑๒,๓๐๔.๘	๑๘๕.๐	๗๓.๘	๑๑๔.๖	๑๔๖.๒	๑๘๗.๔
	+๑๕%	๑๓,๗๐๒.๖	๖๔๘.๖	๑๒,๒๘๘.๓	๑๘๓.๐	๗๓.๒	๑๑๔.๖	๑๔๖.๒	๑๘๗.๗
	+๒๐%	๑๓,๕๘๗.๔	๕๔๕.๖	๑๒,๒๔๔.๕	๑๗๗.๔	๗๒.๘	๑๑๔.๒	๑๔๔.๔	๑๘๗.๗
ไม่เกิน ๑๐๐%	ปัจจุบัน	๑๓,๖๔๖.๑	๖๔๕.๑	๑๒,๒๔๔.๔	๑๘๒.๓	๗๓.๖	๑๑๔.๔	๑๔๖.๒	๑๘๘.๕
	+๑๐%	๑๓,๖๒๐.๘	๖๒๑.๗	๑๒,๒๔๔.๓	๑๗๘.๕	๗๓.๐	๑๑๔.๒	๑๔๖.๒	๑๘๗.๔
	+๒๐%	๑๓,๕๕๒.๖	๕๗๖.๗	๑๒,๒๓๐.๗ ^ก	๑๗๔.๒	๗๒.๗	๑๑๔.๒	๑๔๔.๒	๑๘๗.๗
	+๓๐%	๑๓,๕๔๐.๘	๕๗๐.๗	๑๒,๒๓๐.๗	๑๗๐.๕	๗๒.๗	๑๑๔.๐	๑๔๔.๔	๑๘๖.๘
	+๖๐%	๑๓,๔๓๗.๖	๕๒๔.๕	๑๒,๒๓๐.๗	๑๖๒.๔	๗๑.๔	๑๑๔.๔	๑๔๖.๔	๑๘๕.๘

ก ปริมาณการบริโภคข้าวต่ำสุดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง

ตารางที่ ๑๐ ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อราคาสินค้าเกษตรภายในประเทศแยกตามสินค้าเกษตรและราคาพลังงาน

--- การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๒๐% และ ๑๐๐% ปี ๒๕๒๔

การใช้ แอลกอฮอล์ ทดแทน น้ำมันเบนซิน	ราคาพลังงาน	ดัชนีราคา	ประเภทสินค้าเกษตร						
			ข้าวโพด	ข้าว	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ถั่วลิสง	ฝ้าย	ปอ
ไม่เกิน ๒๐%	ปัจจุบัน (ไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์)	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	ปัจจุบัน	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	+๔%	๑๐๐.๔	๑๐๐.๔	๑๐๐.๔	๑๐๑.๒	๑๐๐.๗	๑๐๐.๒	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	+๑๐%	๑๐๐.๔	๑๐๐.๔	๑๐๐.๕	๑๐๑.๒	๑๐๑.๒	๑๐๑.๔	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	+๑๕%	๑๐๑.๗	๑๐๑.๔	๑๐๑.๔	๑๐๓.๐	๑๐๓.๔	๑๐๒.๒	๑๐๐.๐	๑๐๐.๔
	+๒๐%	๑๐๖.๗	๑๐๕.๗	๑๐๒.๒	๑๐๗.๕	๑๐๕.๗	๑๐๕.๖	๑๐๑.๔	๑๐๐.๔
ไม่เกิน ๑๐๐%	ปัจจุบัน (ไม่มีการผลิตแอลกอฮอล์)	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	ปัจจุบัน	๑๐๒.๓	๑๐๑.๗	๑๐๒.๔	๑๐๓.๖	๑๐๒.๓	๑๐๓.๒	๑๐๐.๐	๑๐๐.๐
	+๑๐%	๑๐๔.๕	๑๐๓.๗	๑๐๖.๐	๑๐๖.๔	๑๐๔.๗	๑๐๕.๒	๑๐๐.๐	๑๐๐.๖
	+๒๐%	๑๐๗.๔	๑๐๗.๖	๑๐๘.๔	๑๐๘.๔	๑๐๖.๔	๑๐๕.๔	๑๐๑.๔	๑๐๐.๔
	+๓๐%	๑๐๘.๑	๑๐๘.๓	๑๐๘.๔	๑๑๓.๗	๑๐๘.๗	๑๐๗.๔	๑๐๑.๔	๑๐๑.๗
	+๖๐%	๑๑๔.๖	๑๑๒.๓	๑๐๘.๔	๑๒๐.๔	๑๑๒.๔	๑๐๘.๑	๑๐๕.๓	๑๐๒.๔

ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น (ราคาพลังงานเพิ่มขึ้น) นั้น ไม่มีผลกระทบต่อปริมาณสินค้าเกษตรส่งออก แต่มีผลกระทบให้การบริโภคสินค้าเกษตรภายในประเทศลดลงเล็กน้อย

ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกเปลี่ยนแปลงไป เมื่อการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซินทั้งหมด โดยปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกเพิ่มลดลงเมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นเกินร้อยละ 10 และผลกระทบต่อปริมาณส่งออกของสินค้าแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ปริมาณส่งออกของมันสำปะหลัง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ปอ และน้ำตาล ไม่ถูกกระทบเลย ถึงแม้ว่าราคาน้ำมันจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 60 จากราคาปัจจุบัน ปริมาณข้าวและข้าวฟ่างส่งออกลดลงมากที่สุด ส่วนข้าวโพด ฝ้าย และถั่วเขียวลดลงเมื่อราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นร้อยละ 60 (ตารางที่ 11) ปริมาณการส่งออกของสินค้าดังกล่าวลดลงเนื่องมาจากปริมาณผลผลิตลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการถูกแย่งปัจจัยการผลิต (ที่ดิน) และต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น (ส่วนที่เป็นพลังงาน) การผลิตแอลกอฮอล์เพื่อใช้ทดแทนการบริโภคน้ำมันเบนซินทั้งหมดนี้ต้องใช้แอลกอฮอล์ที่ผลิตจากมันสำปะหลังถึงร้อยละ

89 ทำให้ต้องใช้ที่ดินซึ่งใช้ในการปลูกพืชอื่น ๆ มาปลูกมันสำปะหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคกลาง ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญ ทำให้ปริมาณการผลิตพืชอื่น ๆ ลดลง นอกจากนี้ราคาน้ำมันที่สูงขึ้นยังทำให้ต้นทุนการผลิตสินค้าเกษตรเพิ่มขึ้นซึ่งมีส่วนทำให้ปริมาณการผลิตลดลง และปริมาณส่งออกลดลงด้วย

(จ) ผลกระทบต่อดุลการค้า ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดุลการค้าในที่นี้จำกัดอยู่เฉพาะแอลกอฮอล์ส่งออกไปญี่ปุ่น การลดลงของการส่งเข้าน้ำมันเบนซินหรือปิโตรเลียม และการลดลงของสินค้าเกษตรส่งออก มูลค่าของแอลกอฮอล์ส่งออกไปญี่ปุ่นคิดเป็นมูลค่าที่ทำเรือกรุงเทพ น้ำมันเบนซินที่ลดลงกำหนดให้เท่ากับจำนวนที่ถูกทดแทนโดยแอลกอฮอล์ และมูลค่าน้ำมันเบนซินส่งเข้าที่ลดลงนั้นคำนวณโดยใช้ราคาน้ำมันเบนซินที่โรงกลั่น (ex-refinery price) ส่วนมูลค่าสินค้าเกษตรส่งออกที่ลดลง คำนวณจากมูลค่าสินค้าเกษตรส่งออกก่อนการผลิตแอลกอฮอล์ด้วยมูลค่าสินค้าเกษตรส่งออกเมื่อมีการผลิตแอลกอฮอล์ ผลของการคำนวณ (ปรากฏอยู่ในตารางที่ 12) พบว่ามูลค่าแอลกอฮอล์ส่งออกไปญี่ปุ่นมากกว่าการลดลงของมูลค่าสินค้าเกษตรส่งออก และถ้าขยายนํูลค่า

ตารางที่ ๑๑ ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรต่อสินค้าเกษตรส่งออก

--- การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซินไม่เกิน ๑๐๐% ปี ๒๕๒๔

ราคาพลังงาน	ปริมาณส่ง ออกรวม	ประเภทสินค้าเกษตร									
		ข้าวโพด	มันสำปะหลัง	ข้าว	ข้าวฟ่าง	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ถั่วลิสง	ฝ้าย	ปอ	น้ำตาล
(๑,๐๐๐ ตัน)											
ราคาปัจจุบัน	๒๗,๐๕๔.๕	๒,๗๐๐.๐	- ๑๔,๐๐๐ ^ก	๕,๗๐๐.๐	๒๒๕.๐	๕	๑๕๐.๐	๑๖	๔๔	๑๕.๕	๑,๑๖๐ ^ข
+ ๑๐% ม	๒๗,๐๕๔.๕	๒,๗๐๐.๐	๑๔,๐๐๐	๕,๗๐๐.๐	๒๒๕.๐	๕	๑๕๐.๐	๑๖	๔๔	๑๕.๕	๑,๑๖๐
+ ๒๐%	๒๖,๘๔๕.๐	๒,๗๐๐.๐	๑๔,๐๐๐	๕,๖๘๕.๘	๖๕.๗	๕	๑๕๐.๐	๑๖	๔๔	๑๕.๕	๑,๑๖๐
+ ๓๐%	๒๖,๘๔๕.๐	๒,๗๐๐.๐	๑๔,๐๐๐	๕,๖๘๕.๘	๖๕.๗	๕	๑๕๐.๐	๑๖	๔๔	๑๕.๕	๑,๑๖๐
+ ๖๐%	๒๕,๘๑๕.๕	๒,๕๕๒.๕	๑๔,๐๐๐	๓,๘๕๑.๒	-	๕	๑๔๑.๘	๑๖	-	๑๕.๕	๑,๑๖๐

^ก ปริมาณการส่งออกสูงสุดในรูปแบบสินค้าที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง

^ข ปริมาณการส่งออกสูงสุดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง

ตารางที่ ๑๒ ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรต่อการค้า

แยกตามการใช้แอลกอฮอล์ในประเทศและราคาพลังงาน ปี ๒๕๒๔

การใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเบนซิน	ราคาพลังงาน	(๑) มูลค่าแอลกอฮอล์ส่งออก	(๒) มูลค่าน้ำมันเบนซินนำเข้าลดลง ^ก	(๓) มูลค่าสินค้าเกษตรส่งออกลดลง	(๔) = (๑) + (๒) - (๓) การเปลี่ยนแปลงดุลการค้าสุทธิ
ไม่เกิน ๒๐%	๑๕%	๘๖๐	๒,๗๘๒	๐	๓,๖๔๒
ไม่เกิน ๒๐%	๒๐%	๕,๒๐๔	๒,๗๘๒	๐	๖,๙๘๖
ไม่เกิน ๑๐๐%	๕๐%	๑๑,๐๗๑	๑๓,๔๑๒	๒,๖๔๓	๑๑,๘๔๐

^ก คำนวณโดยใช้ราคาน้ำมันเบนซินที่โรงกลั่น (ex-refinery price) (๖.๔๔ บาทต่อลิตร)

น้ำมันเป็นสินค้าที่ลดลงมาพิจารณาด้วยแล้วจะทำให้ผลกระทบของการผลิตแอลกอฮอล์ต่อดุลการค้าเป็นไปในทางบวกมากขึ้น

๒ สรุป

ผลของการศึกษานี้สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ 5 ประการคือ

(1) แอลกอฮอล์เป็นแหล่งพลังงานที่เป็นไปได้อีกหนึ่งแหล่งหนึ่งของไทย กล่าวคือการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลจะแข่งขันกับน้ำมันเป็นสินค้าได้ ณ ทุกระดับราคาของพลังงาน โดยปริมาณแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากกากน้ำตาลมีถึงร้อยละ 88 ของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใช้ผสมกับน้ำมันเป็นสินค้าในอัตราส่วน 20 : 80 หรือร้อยละ 11 ของปริมาณแอลกอฮอล์ที่ใช้ทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นสินค้าทั้งหมด ส่วนที่เหลือจะเป็นแอลกอฮอล์ที่ผลิตจากมันสำปะหลัง ซึ่งปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังจะขึ้นอยู่กับระดับราคาพลังงาน ถ้าราคาพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากราคาปัจจุบัน (ปี 2524) จะเพียงพอสำหรับการจูงใจให้มีการผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและมันสำปะหลังเพื่อทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นสินค้าร้อยละ 20 แต่ถ้าให้การผลิตแอลกอฮอล์จากกากน้ำตาลและมันสำปะหลัง เพื่อทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นสินค้าทั้งหมด ราคาพลังงานจะต้องเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 จากราคาปัจจุบัน

(2) มันสำปะหลังได้เปรียบอ้อยในการใช้เป็นวัตถุดิบผลิตแอลกอฮอล์ในประเทศไทย โดยต้นทุนแห่งช่วงโอกาสของการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังจะต่ำกว่าจากอ้อย ทุกระดับราคาพลังงาน และทุกภาคของประเทศ แต่อย่างไรก็ตาม

ในภาคกลางและภาคตะวันออกซึ่งเป็นภาคที่มีการปลูกอ้อยมาก ต้นทุนแห่งช่วงโอกาส (opportunity cost) ของการผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังจะสูงกว่าจากอ้อยเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

(3) แหล่งผลิตแอลกอฮอล์จะเหมาะสมเฉพาะบางภาคของประเทศไทย โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือเหมาะสมที่จะผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังและส่งแอลกอฮอล์ที่ผลิตได้ไปยังภาคอื่น ๆ ภาคนี้สามารถผลิตแอลกอฮอล์จากมันสำปะหลังด้วยต้นทุนแห่งช่วงโอกาสต่ำกว่าภาคอื่น ๆ ของประเทศ ภาคนี้สามารถผลิตแอลกอฮอล์ขายภายในภาคได้ในราคาที่ต่ำกว่าราคาน้ำมันเป็นสินค้า และยังพอมีกำไรที่จะส่งแอลกอฮอล์ไปขายในภาคอื่น ๆ ของประเทศยกเว้นภาคตะวันออกซึ่งมีราคาน้ำมันเป็นสินค้าต่ำสุด เพราะเป็นแหล่งที่ตั้งโรงกลั่นน้ำมัน

(4) ผลกระทบจากการผลิตแอลกอฮอล์ต่อสินค้าเกษตรส่งออกมีน้อย โดยปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกจะไม่ถูกกระทบเลย ถ้าปริมาณการผลิตแอลกอฮอล์ใช้ทดแทนไม่เกินร้อยละ 20 ของการใช้น้ำมันเป็นสินค้า และราคาพลังงานเพิ่มขึ้นไม่เกินร้อยละ 20 จากราคาปัจจุบันในปี 2524 ปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกจะเริ่มลดลงเมื่อการผลิตแอลกอฮอล์เพื่อทดแทนการบริโภคน้ำมันเป็นสินค้าทั้งหมด และราคาพลังงานเพิ่มขึ้นเกินร้อยละ 10 จากราคาปัจจุบัน แต่ผลกระทบต่อปริมาณสินค้าเกษตรส่งออกจะแตกต่างกัน

(5) ผลกระทบจากการผลิตแอลกอฮอล์ต่อดุลการค้าเป็นบวก ทั้งนี้เนื่องจากผลกระทบต่อปริมาณสินค้าเกษตรส่งออก ซึ่งเป็นแหล่งรายได้เงินตราต่างประเทศ มีเพียงเล็กน้อย ในขณะที่มีความเป็นไปได้ในการส่งแอลกอฮอล์ไปญี่ปุ่น ซึ่งจะทำได้รายได้เงินตราต่างประเทศ และการใช้แอลกอฮอล์ทดแทนน้ำมันเป็นสินค้า ทำให้สามารถลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันเป็นสินค้าได้มาก เป็นผลให้สามารถประหยัดเงินตราต่างประเทศได้มากด้วย

Crop Demand Model

$$\begin{aligned} \text{Max } U &= \sum_i W_i + \sum_i r_i Y_i - \sum_i c_i X_i - \sum_i d_i S_i - \sum_i e_i T_i - \sum_i f_i Y_i - \sum_i t_i Q_i \\ \text{Subject to } &\sum_i V_i - \sum_i c_i X_i - \sum_i t_i Q_i \geq 0 \\ &A_i X_i \leq R_i \\ &B_i X_i \geq Q_i + T_i \\ &C_i S_i \leq T_i \\ &D_i S_i \geq Y_i \\ &S, Q, X, Y \geq 0 \end{aligned}$$

where :

- U = objective function,
- W = vector of linear approximation of economic surplus,
- V = vector of linear approximation of gross revenue,
- i = 1, 2, ..., 7 (regions) and export port for products Q and Y,
- Q = vector of agricultural products except those that are used as raw materials in processing activities,
- P = vector of domestic and export prices for agricultural products,

Y = vector of processed products,
 r = vector of domestic and export prices for processed products,
 X = vector of agricultural production activities
 c = vector of production costs for agricultural production activities,
 S = vector of energy crop processing activities,
 d = vector of costs energy crop processing activities,
 T = vector of raw materials transported from farms to processing plants,
 e = vector of transportation costs for raw materials transported from farms to processing plants,
 f = vector of transportation costs for processed products,
 t = vector of transportation costs for agricultural products,
 A = matrix of technical coefficients for agricultural production activities,
 R = vector of land and labor resources,
 B = vector of agricultural products per unit of agricultural production activities,
 C = matrix of technical coefficients for energy crop processing activities,
 D = vector of processed products per unit of energy crop processing activities,

Q^u, Q^l = upper and lower limits for agricultural product exports and domestic consumption,
 Y^u = upper limit for sugar exports and alcohol domestic consumption, and
 Y^l = lower limit for sugar consumption.

The objective function (u) is the area under the demand curve plus processed products sold minus total costs. The function representing the area under the demand curve is defined as $W = Q' (a + 0.56Q)$, where a is a vector of demand intercepts, and b is negative semidefinite matrix of demand slopes. The above expression can be proved by defining a demand function as $P = a + bQ$, thus the area under the demand curve is

$$\int_0^Q (a + bQ) d = aQ + \frac{1}{2} bQ^2$$

The income constraint ($\sum_i V_i - \sum_i C_i X_i - \sum_i t_i Q_i \geq 0$) is included in the constraint set in order to guarantee that a farmer will get total revenue at least equal to total costs. The total revenue function can be written as $V + Q' (a + bQ)$ which is the product price ($P = a + bQ$) times the quantity sold.

บรรณานุกรม

ประยงค์ เนตยารักษ์ “ผลการผลิตแอลกอฮอล์จากวัสดุเกษตรต่อ
 การค้ากับญี่ปุ่น,
 วารสารไทย-ญี่ปุ่นศึกษา, ปีที่ 1 เล่มที่ 1, ม.ค. - มี.ค.
 2527 หน้า 43-55

Duloy, John H. and Roger D. Norton. “Prices and Incomes in
 Linear Programming Models,” AJAE, Vol. 57, November
 1975, pp. 591-600.

FAO, Production Year Book, 1982.

Ministry of Commerce. Custom Statistics, Bangkok, Thailand,
 1981.