

## บทที่ 4

### วิธีการวิจัย

#### 4.1 วิธีการวิจัย

กรอบการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการประมาณการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์และอุปทานในตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และไบโอดีเซล ปี5 เพื่อสร้างแบบจำลองคำนวณมูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (DWL) ที่เกิดขึ้นจริง และขั้นตอนที่ 2 จะนำแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอนแรกไปจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อหานโยบายการกำหนดราคาขายปลีกของน้ำมันทั้งสองชนิดให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ขั้นตอนแรกเริ่มต้นจากการประมาณตัวแบบอุปสงค์และอุปทานของน้ำมันปาล์มดิบขึ้นมาด้วยวิธี Ordinary least squares (OLS) หลังจากนั้น นำตัวแบบทั้งสองไปทดสอบปัญหา Simultaneity เพื่อกำหนดวิธีการประมาณตัวแบบทั้งสอง ซึ่งได้แก่ สมการที่ 4.1 และ 4.2 อย่างเหมาะสมต่อไป กรณีที่ตัวแบบใดมีปัญหา Simultaneity ตัวแบบดังกล่าวจะถูกประมาณขึ้นโดยใช้วิธี Two stage least squares (TSLS) เนื่องจากตัวประมาณของวิธี OLS จะไม่คงเส้นคงวา (Inconsistent<sup>11</sup>) ในขณะที่ตัวประมาณของวิธี TSLS จะคงเส้นคงวา (Consistent) และมีประสิทธิภาพ (Efficient) แต่กรณีที่ตัวแบบไม่มีปัญหา Simultaneity การประมาณตัวแบบจะใช้วิธี Ordinary least squares (OLS) ตามเดิม เนื่องจากวิธี OLS จะให้ผลการประมาณที่มีประสิทธิภาพแล้ว (Gujarati, 2003: 754; Asteriou and Hall, 2007: 221)

นอกจากนั้น การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบทั้งสองตามสมมติฐานของตัวแบบถดถอยเชิงเส้นจะประกอบด้วยการตรวจสอบปัญหา Heteroscedasticity ด้วยวิธี White's test การตรวจสอบปัญหา Serial-correlation ด้วยวิธี Breusch-Godfrey LM test และการตรวจสอบปัญหา Specification errors ด้วยวิธี Ramsey's RESET test โดยสมมติฐานหลักของวิธีการ

---

<sup>11</sup> Inconsistent เป็นคุณสมบัติของตัวประมาณ ซึ่งประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ที่ยังคงเอนเอียง (Biased) แม้ว่าจำนวนข้อมูลมากขึ้น ในขณะที่ Consistent เป็นคุณสมบัติที่ดีของตัวประมาณ ซึ่งประมาณการค่าสัมประสิทธิ์ที่ไม่เอนเอียง (Unbiased) เมื่อจำนวนข้อมูลมากขึ้น

ตรวจสอบทั้งสาม คือ ตัวแบบไม่มีปัญหาที่ตรวจสอบ ในขณะที่สมมติฐานทางเลือก คือ ตัวแบบมี ปัญหาที่ตรวจสอบ

เมื่อประมาณสมการอุปสงค์และสมการอุปทานของน้ำมันปาล์มดิบขึ้นมาแล้ว กำหนดให้ สมการทั้งสองเป็นสมการเชิงเส้น (Linear curve) ซึ่งพิจารณาแค่ผลกระทบจากราคาน้ำมันปาล์ม ดิบเท่านั้น ในขณะที่ผลกระทบจากตัวแปรภายนอกอื่นๆ ต่ออุปสงค์และอุปทานของน้ำมันปาล์ม ดิบจะถูกรวมเข้าด้วยกันไปในค่าคงที่ของแต่ละสมการ

$$Q_{POD} = a + (b * P_{PO}) \quad (4.1)$$

$$Q_{POS} = c + (d * P_{PO}) \quad (4.2)$$

#### 4.1.1 ระดับราคาน้ำมันปาล์มดิบ เมื่อไม่มีการผลิตไบโอดีเซล ปี100

สมการอุปสงค์น้ำมันปาล์มดิบที่ประมาณการขึ้นมาแบ่งออกเป็นปริมาณน้ำมันปาล์ม ดิบที่ใช้ในการผลิตไบโอดีเซล ปี100 และปริมาณการบริโภคน้ำมันปาล์มดิบสำหรับอาหาร

$$Q_{POD} = Q_{POB} + Q_{NB} \quad (4.3)$$

ณ จุดดุลยภาพของตลาดน้ำมันปาล์มดิบ ในกรณีที่ไม่มีการนำเข้าน้ำมันปาล์มดิบ และไม่ มีการผลิตไบโอดีเซล ปี100 ปริมาณผลผลิตน้ำมันปาล์มดิบรวมกับปริมาณสต็อกน้ำมันปาล์มดิบ ต้นงวด ณ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จะเท่ากับปริมาณความต้องการบริโภคน้ำมันปาล์มดิบ สำหรับอาหารรวมกับปริมาณสต็อกน้ำมันปาล์มดิบปลายงวด ณ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ และ ราคาน้ำมันปาล์มดิบจะเท่ากับ  $P_{NB}$

$$Q_{NB} + \text{Closing Stock} = Q_{POS} + \text{Opening Stock}$$

$$Q_{POD} - Q_{POB} = Q_{POS} - \Delta \text{Stock}$$

$$a + (b * P_{NB}) - Q_{POB} = c + (d * P_{NB}) - \Delta \text{Stock}$$

$$P_{NB} = (c - a + Q_{POB} - \Delta \text{Stock}) / (b - d) \quad (4.4)$$

#### 4.1.2 อุปทานของไบโอดีเซล ปี100

ณ ระดับราคาที่สูงกว่า  $P_{NB}$  ตลาดน้ำมันปาล์มดิบจะมีอุปทานส่วนเกิน เนื่องจากผู้ผลิตจะผลิตน้ำมันปาล์มดิบมากขึ้น ในขณะที่ผู้บริโภคสำหรับอาหารจะบริโภคน้ำมันปาล์มดิบลดลง ดังนั้น ราคาน้ำมันปาล์มดิบที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้อุปทานส่วนเกินเพิ่มขึ้นเท่ากับปริมาณการเปลี่ยนแปลงการผลิตของผู้ผลิตรวมกับปริมาณการเปลี่ยนแปลงการบริโภคของผู้บริโภค

$$E_{ES} = d - b \quad (4.5)$$

สำหรับการผลิตไบโอดีเซล ปี100 พบว่าน้ำมันปาล์มดิบ 1 กิโลกรัม เมื่อเติมเมทานอลเกินพอ จะสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ 1.005 กิโลกรัม (บริษัท เอ็นไวร์ เทค คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2552: 517-518) ในขณะที่ความหนาแน่นของไบโอดีเซล ปี100 จากน้ำมันปาล์มดิบนั้นเท่ากับ 875.7 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (พิศมัย เจนวนิชปัญญกุล และลลิตา อัตนโถ, 2549: 51) กอปรกับหลักเกณฑ์การคำนวณราคาไบโอดีเซล ปี100 ตามมติคณะกรรมการบริหารนโยบายพลังงาน (กบง.) กำหนดให้ราคาน้ำมันปาล์มดิบแต่ละบาทส่งผลต่อราคาไบโอดีเซล ปี100 เท่ากับ 0.97 บาท เพราะฉะนั้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณการผลิตไบโอดีเซล ปี100 (ล้านลิตรต่อวัน) ต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาจะเป็นไปตามสมการที่ 4.6

$$\begin{aligned} E_{B100} &= (1.005E_{ES}) / (0.97 * 875.7 * \text{days}) \\ &= E_{ES} / (845.2\text{days}) \end{aligned} \quad (4.6)$$

จากสมการที่ 2.1 ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์การคำนวณราคาไบโอดีเซล ปี100 ตามมติของ กบง. และเมื่อมีการผลิตไบโอดีเซล ปี100 อุปทานของไบโอดีเซล ปี100 จะตัดแกนราคาทั้งในตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) และตลาดไบโอดีเซล ปี5 ณ  $P_{B100i}$

$$\begin{aligned} P_{B100} &= 0.97P_{PO} + 0.15P_M + 3.32 \\ P_{B100i} &= 0.97P_{NB} + 0.15P_M + 3.32 \end{aligned} \quad (4.7)$$

สมการที่ 4.8 เป็นสมการอุปทานเชิงเส้นของไบโอดีเซล ปี100 ทั้งในตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี 2 ปี3) และในตลาดไบโอดีเซล ปี5 โดยสมการดังกล่าวถูกสร้างขึ้นจากสมการที่ 4.6 และสมการที่ 4.7 และพิจารณาแค่ผลกระทบจากราคาน้ำมันดีเซลเท่านั้น

$$Q_{B100} = (E_{B100} * P_{B100}) - (E_{B100} * P_{B100i}) \quad (4.8)$$

#### 4.1.3 ต้นทุนเศรษฐศาสตร์ส่วนของน้ำมันดิบ

อุปทานของน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันดิบนั้นมีความยืดหยุ่นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งในกรณีของดีเซลหมุนเร็ว ปี0 (ไม่มีการผสมไบโอดีเซล ปี100) เส้นอุปทานของน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันดิบนั้นจะขนานกับแกนนอน ณ ระดับราคาเฉลี่ยหน้าโรงกลั่น แต่ในกรณีที่น้ำมันดีเซลมีการผสมไบโอดีเซล ปี100 ระดับราคาเฉลี่ยที่โรงกลั่นของดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) และไบโอดีเซล ปี5 จะประกอบด้วยต้นทุนของส่วนน้ำมันดิบ และต้นทุนของส่วนน้ำมันปาล์มดิบ ตามสมการที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

$$P_{HX} = [(1 - \beta) * MC_{CO}] + [\beta * MC_{PO}]; (\beta = 0, 2, 3) \quad (4.9)$$

$$P_{BX} = 0.95MC_{CO} + 0.05MC_{PO} \quad (4.10)$$

สมการที่ 4.9 และ 4.10 เป็นสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ซึ่งสามารถนำไปแก้สมการหาต้นทุนเศรษฐศาสตร์ของส่วนน้ำมันดิบได้ตามสมการที่ 4.11

$$MC_{CO} = [(\beta * P_{BX}) - 0.05P_{HX}] / [0.95\beta - [0.05 * (1 - \beta)]]; (\beta = 0, 2, 3) \quad (4.11)$$

#### 4.1.4 ต้นทุนเศรษฐศาสตร์ส่วนของสังคม

ในขณะที่น้ำมันดีเซล 1 ลิตร จะปล่อยคาร์บอนเท่ากับ 2.70 กิโลกรัม CO<sub>2</sub> และต้นทุนทางสังคมของคาร์บอน (SCC) ในปี พ.ศ. 2552 เท่ากับ 14.06 ดอลลาร์ สรอ. ต่อตัน CO<sub>2</sub> (อนันต์ วัฒนกุลจรัส และ กฤติยาพร วงษา, 2554: 210-217) เมื่อปรับให้ปีที่เริ่มต้นการวิจัยครั้งนี้เป็นปีฐาน โดยใช้อัตราการเติบโตของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ซึ่งเท่ากับ ร้อยละ 2.40 ต่อปี หรือร้อยละ 0.20 ต่อเดือน พบว่าค่า SCC ในปี พ.ศ. 2549 จะเท่ากับ 13.10 ดอลลาร์ สรอ. ต่อตัน CO<sub>2</sub> หลังจากนั้น การคำนวณต้นทุนทางสังคมต่อลิตรจะพิจารณาจากสัดส่วนของน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันดิบ และสัดส่วนของไบโอดีเซล ปี100 โดยไบโอดีเซล ปี 100 จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าร้อยละ 78 (Pahl, 2005: 57) เพราะฉะนั้น ต้นทุนทางสังคมต่อลิตรของไบโอดีเซล ปี5 ในแต่ละช่วงเวลาตามสมการที่ 4.13 จะต่ำกว่าต้นทุนทางสังคมต่อลิตรของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) ตามสมการที่ 4.12 เนื่องจากไบโอดีเซล ปี5 ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3)

$$\begin{aligned}
SC_H &= [(2.70 / 1,000) * 13.10 * ER * 1.002^n] * [(1 - \beta) + 0.22\beta] \\
&= [0.035ER * 1.002^n] * [(1 - \beta) + 0.22\beta]; (\beta = 0, 2, 3)
\end{aligned}
\tag{4.12}$$

$$\begin{aligned}
SC_B &= [0.035ER * 1.002^n] * [(1 - 5\%) + (0.22 * 5\%)] \\
&= 0.034ER * 1.002^n
\end{aligned}
\tag{4.13}$$

#### 4.1.5 ต้นทุนเศรษฐศาสตร์ส่วนเพิ่มของน้ำมันดีเซล

เมื่อนำอุปทานของไบโอดีเซล ปี100 ตามสมการ 4.8 มาผสมรวมกับอุปทานของน้ำมันดีเซลที่กลั่นจากน้ำมันดิบ ตามสมการที่ 4.11 และบวกต้นทุนเศรษฐศาสตร์อื่น ได้แก่ ค่าการตลาดและต้นทุนทางสังคมแล้ว จะสามารถสร้างสมการอุปทานดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) และสมการอุปทานไบโอดีเซล ปี5 ได้ตามสมการที่ 4.15 และสมการที่ 4.16 ในขณะที่อุปทานดีเซลหมุนเร็วในช่วงแรกของการศึกษา ซึ่งไม่มีการผสมรวมไบโอดีเซล ปี100 นั้น เส้นอุปทานในช่วงดังกล่าวจะเป็นเส้นตรงขนานกับแกนนอน ณ ต้นทุนเศรษฐศาสตร์รวม ตามสมการที่ 4.14

$$MC_H = MC_{CO} + MM_H + SC_H \tag{4.14}$$

$$\begin{aligned}
Q_{HS} &= [(((1 - \beta) * MC_{CO}) + (\beta * (P_{B100i} + (0.05Q_{BD} / E_{B100})))) + MM_H \\
&\quad + SC_H) * (E_{B100} / \beta^2)] + [(E_{B100} * P_H) / \beta^2]; (\beta = 2, 3) \\
&= e + (f * P_H)
\end{aligned}
\tag{4.15}$$

$$\begin{aligned}
Q_{BS} &= [(0.95MC_{CO} + (0.05 * (P_{B100i} + ((\beta * Q_{HD}) / E_{B100})))) + MM_B \\
&\quad + SC_B) * (E_{B100} / 0.05^2)] + [(E_{B100} * P_B) / 0.05^2]; (\beta = 0, 2, 3) \\
&= g + (h * P_B)
\end{aligned}
\tag{4.16}$$

เมื่อแทนค่าปริมาณการจำหน่ายของดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) ที่เกิดขึ้นจริงเข้าไปในสมการที่ 4.15 จะได้ต้นทุนส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) ตามสมการที่ 4.17 ส่วนต้นทุนส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว ปี0 จะเท่ากับต้นทุนเศรษฐศาสตร์ตามสมการที่ 4.14 ในขณะที่การแทนค่าปริมาณการจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 ที่เกิดขึ้นจริงเข้าไปในสมการที่ 4.16 จะได้ต้นทุนส่วนเพิ่มของไบโอดีเซล ปี5 ตามสมการที่ 4.18

$$Q_{HA} = e + (f * MC_H)$$

$$MC_H = (Q_{HA} - e) / f \quad (4.17)$$

$$Q_{BA} = g + (h * MC_B)$$

$$MC_B = (Q_{BA} - g) / h \quad (4.18)$$

#### 4.1.6 ประโยชน์ส่วนเพิ่มของน้ำมันดีเซล

สมการที่ 4.19 และสมการที่ 4.20 เป็นสมการอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และสมการอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 ซึ่งถูกประมาณการขึ้นโดยวิธี Ordinary least squares (OLS) ในรูปแบบของสมการเชิงเส้น (Linear curve) เพื่อสอดคล้องกับข้อสมมติของโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming) (ธีระพงษ์ วิจิตเศรษฐ์, 2549: 118) ซึ่งเป็นวิธีการศึกษาทางเลือกราคาขายปลีกที่ดีที่สุดในช่วงตอนต่อไป โดยสมการทั้งสองจะประกอบด้วยตัวแปรอธิบายราคาดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และตัวแปรอธิบายราคาไบโอดีเซล ปี5 เพื่อพิจารณาผลกระทบของนโยบายกำหนดราคาขายปลีกต่อการบริโภคน้ำมันทั้งสองชนิด ในขณะที่ผลกระทบจากตัวแปรภายนอกอื่นๆ จะถูกรวมเข้าด้วยกันไปในค่าคงที่ของแต่ละสมการ

$$Q_{HD} = i + (j * P_H) + (k * P_B) \quad (4.19)$$

$$Q_{BD} = l + (m * P_B) + (n * P_H) \quad (4.20)$$

ประโยชน์ส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.21 โดยกำหนดให้ราคาขายปลีกของไบโอดีเซล ปี5 เท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มของไบโอดีเซล ปี5 ณ ปริมาณจำหน่ายดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) ที่เกิดขึ้นจริง ในขณะที่ประโยชน์ส่วนเพิ่มของไบโอดีเซล ปี5 จะคำนวณจากสมการที่ 4.22 โดยกำหนดให้ราคาขายปลีกของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) เท่ากับต้นทุนส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว ณ ปริมาณจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 ที่เกิดขึ้นจริง

$$MB_H = [Q_{HA} - i - (k * MC_B)] / j \quad (4.21)$$

$$MB_B = [Q_{BA} - l - (n * MC_H)] / m \quad (4.22)$$

#### 4.1.7 ระดับราคาและปริมาณซื้อขายดุลยภาพของน้ำมันดีเซล

เมื่อกลไกตลาดทำงานอย่างเสรี ภาครัฐไม่มียุบายการจัดเก็บภาษีน้ำมัน และไม่มีกการจัดเก็บเงินส่งเข้ากองทุน ตลาดจะเข้าสู่ดุลยภาพ ณ ระดับราคาที่ปริมาณอุปสงค์เท่ากับปริมาณอุปทาน และราคาดุลยภาพในตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี2 ปี3) จะเท่ากับ  $P_{HE}$  ตามสมการที่ 4.23 แต่ราคาดุลยภาพของดีเซลหมุนเร็ว ปี0 จะเท่ากับต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์ ในขณะที่ราคาดุลยภาพของไบโอดีเซล ปี5 จะเท่ากับ  $P_{BE}$  ตามสมการที่ 4.24

$$Q_{HD} = Q_{HS}$$

$$i + (j * P_{HE}) + (k * MC_B) = e + (f * P_{HE})$$

$$P_{HE} = [(k * MC_B) + i - e] / (f - j) \quad (4.23)$$

$$Q_{BD} = Q_{BS}$$

$$l + (m * P_{BE}) + (n * MC_H) = g + (h * P_{BE})$$

$$P_{BE} = [(n * MC_H) + l - g] / (h - m) \quad (4.24)$$

เมื่อกลไกตลาดทำงานอย่างเสรี จากสมการที่ 4.19 แทนค่าราคาขายปลีกของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) ด้วยราคาจากสมการที่ 4.23 และจากสมการที่ 4.20 แทนค่าราคาขายปลีกของไบโอดีเซล ปี5 ด้วยราคาจากสมการที่ 4.24 แล้ว ปริมาณการจำหน่ายดุลยภาพในตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) จะเท่ากับ  $Q_{HE}$  ตามสมการที่ 4.25 ส่วนปริมาณการจำหน่ายดุลยภาพในตลาดไบโอดีเซล ปี5 จะเท่ากับ  $Q_{BE}$  ตามสมการที่ 4.26

$$Q_{HE} = i + (j * P_{HE}) + (k * MC_B) \quad (4.25)$$

$$Q_{BE} = l + (m * P_{BE}) + (n * MC_H) \quad (4.26)$$

#### 4.1.8 ความสูญเสียทางเศรษฐกิจของนโยบายกำหนดราคาขายปลีกน้ำมันดีเซล

การคำนวณหามูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (Dead-weight loss, DWL) ของนโยบายกำหนดราคาขายปลีกดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และไบโอดีเซล ปี5 นั้นสามารถทำได้โดยวิธีการอินทิเกรชัน (Integration) เส้นอุปสงค์และเส้นอุปทานในตลาดดีเซลหมุนเร็วและในตลาดไบโอดีเซล ปี5 ตามสมการที่ 4.27 ซึ่งเป็นการคำนวณหาพื้นที่ใต้เส้นอุปสงค์และเส้นอุปทาน

ที่เปลี่ยนแปลงไปจากดุลยภาพตลาด กรณีที่มีการซื้อขายกันอย่างเสรี โดยไม่มีการจัดเก็บภาษี และไม่มีการจัดเก็บเงินส่งเข้ากองทุน

$$DWL = \int_{P_{HE}}^{MB_H} (Q_{HD} - Q_{HA}) dP_H + \int_{MC_H}^{P_{HE}} (Q_{HS} - Q_{HA}) dP_H + \int_{P_{BE}}^{MB_B} (Q_{BD} - Q_{BA}) dP_B + \int_{MC_B}^{P_{BE}} (Q_{BS} - Q_{BA}) dP_B \quad (4.27)$$

#### 4.1.9 ส่วนเกินผู้ผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

จากสมการที่ 4.25 และ 4.26 เมื่อกลไกตลาดทำงานอย่างเสรี ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ผลิตไบโอดีเซล ปี 100 สำหรับตลาดน้ำมันดีเซลทั้งสองในกรณีดังกล่าว จะเท่ากับ  $Q_{PBE}$  ตามสมการที่ 4.28

$$Q_{PBE} = [(\beta Q_{HE} + 0.05 Q_{BE}) * days * 875.7] / 1.005; (\beta = 0, 2, 3) \quad (4.28)$$

จากสมการที่ 4.2 เมื่อนำสมการอุปทานของน้ำมันปาล์มดิบดังกล่าวมาอินทิเกรชัน (Integration) จะคำนวณหามูลค่าของส่วนเกินผู้ผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Producer surplus, PS) ที่เกิดขึ้นจริงได้ตามสมการที่ 4.29 เมื่อแทนค่า  $P_{PO}$  ด้วยราคาน้ำมันปาล์มดิบที่เกิดขึ้นจริง อย่างไรก็ตาม กรณีตลาดดีเซลหมุนเร็ว (ปี 0 ปี 2 ปี 3) ที่ซื้อขายกันอย่างเสรี ไม่มีนโยบายกำหนดราคาจากภาครัฐ มูลค่าส่วนเกินผู้ผลิตน้ำมันปาล์มดิบจะสามารถคำนวณได้ โดยการแทนค่า  $P_{PO}$  ตามสมการที่ 4.30 ซึ่งเป็นสมการราคาน้ำมันปาล์มดิบ เมื่อไม่มีนโยบายกำหนดราคาในตลาดต่อเนื่อง โดยสมการที่ 4.2 เป็นสมการตั้งต้นของสมการที่ 4.27

$$PS = \int_0^{P_{PO}} (Q_{POS}) dP_{PO} = \int_0^{P_{PO}} (c + dP_{PO}) dP_{PO} = [cP_{PO} + dP_{PO}^2]_0^{P_{PO}} \quad (4.29)$$

$$P_{PO} = (Q_{PO} - Q_{POB} + Q_{PBE} - c) / d \quad (4.30)$$

#### 4.1.10 ส่วนเกินผู้บริโภคน้ำมันดีเซล

การคำนวณส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer surplus) ในตลาดน้ำมันดีเซลทั้งสองจะเริ่มต้นจากการคำนวณราคาของน้ำมันดีเซลทั้งสอง ณ แขนงราคา โดยสมการที่ 4.31 เป็นการคำนวณ



ราคาดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) ณ แกนราคา จากสมการตั้งต้น 4.19 และสมการที่ 4.32 เป็นการคำนวณราคาไบโอดีเซล ปี5 ณ แกนราคา จากสมการตั้งต้น 4.20

$$P_{Hi} = (i + kP_B) / -j \quad (4.31)$$

$$P_{Bi} = (1 + nP_H) / -m \quad (4.32)$$

การคำนวณหามูลค่าส่วนเกินผู้บริโภค (Consumer surplus) ในตลาดน้ำมันดีเซลทั้งสองนั้นสามารถทำได้ตามสมการที่ 4.33 โดยการอินทิเกรชัน (Integration) สมการที่ 4.19 และ 4.20 ซึ่งเป็นเส้นอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และเส้นอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 หลังจากนั้นเมื่อแทนค่าราคาสินค้าทดแทนทั้งหมดด้วยราคาที่เกิดขึ้นจริงจะได้มูลค่าส่วนเกินผู้บริโภคที่เกิดขึ้นจริง อย่างไรก็ตาม เมื่อกลไกตลาดทำงานอย่างเสรี การคำนวณมูลค่าส่วนเกินผู้บริโภคตามสมการที่ 4.33 จะแทนค่าราคาสินค้าทดแทนทั้งหมดด้วยต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์

$$CS = \int_{P_H}^{P_{Hi}} (Q_{HD}) dP_H + \int_{P_B}^{P_{Bi}} (Q_{BD}) dP_B \quad (4.33)$$

## 4.2 การประมาณตัวแบบเศรษฐกิจ

### 4.2.1 อุปทานของน้ำมันปาล์มดิบ

ฟังก์ชันอุปทานสินค้าเกษตรตามแนวคิดของสำนักนีโอคลาสสิก ซึ่งผู้ผลิตจะขายสินค้าเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดนั้น ปริมาณผลผลิตสินค้าเกษตรจะขึ้นอยู่กับราคาสินค้าเกษตร ราคาสินค้าอื่นที่แย่งปัจจัยการผลิตกัน ต้นทุนการผลิต ระดับเทคโนโลยีการผลิต จำนวนเกษตรกร และการคาดการณ์ราคาของเกษตรกร ถ้าเกษตรกรคาดการณ์แบบ Adaptive Expectation ปริมาณผลผลิตคาดการณ์จะขึ้นอยู่กับราคาสินค้าเกษตรในอดีต โดยปริมาณผลผลิตจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรดังกล่าวทุกตัวในทิศทางเดียวกัน เว้นแต่ต้นทุนการผลิตและราคาสินค้าอื่นที่แย่งปัจจัยการผลิตจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณผลผลิตในทิศทางตรงกันข้าม กรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณผลผลิต การสร้างแบบจำลองอุปทานจะใช้พื้นที่เพาะปลูกสินค้าเกษตรแทนปริมาณผลผลิต ในขณะที่ตัวแปรด้านเวลาจะถูกใช้แทนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นอกจากนี้ การศึกษาอุปทานของสินค้าเกษตรในประเทศไทยในอดีตยังพบว่า ปริมาณน้ำฝนและปริมาณถนนที่ตัด

เพิ่มขึ้นส่งผลต่อปริมาณผลผลิตสินค้าเกษตรเช่นเดียวกัน (Nerlove, 1958: 66-68; ประยงค์ เนต ยารักษ์, 2550: 129-136)

Karuna Wiwattanakantang (1994: 129) ใช้แบบจำลอง Polynomial distributed lag ศึกษาการตอบสนองของอุปทานปาล์มน้ำมันในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2520-2534 พบว่า ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันจะขึ้นอยู่กับตัวแปรอธิบายทุกตัวในทิศทางเดียวกัน โดยตัวแปร อธิบายในตัวเองประกอบด้วยปริมาณฝนเฉลี่ยในภาคใต้ ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันย้อนหลัง 1 ปี ราคาปาล์มน้ำมัน และตัวแปรด้านเวลา โดยแบบจำลองดังกล่าวใช้ตัวแปรราคาปาล์มน้ำมัน กระจายย้อนหลังไป 4 ปี ซึ่งทำให้พบว่าความยืดหยุ่นราคาของปาล์มน้ำมันในระยะกลางนั้น ยืดหยุ่นกว่าความยืดหยุ่นราคาของปาล์มน้ำมันในระยะสั้น ซึ่งสอดคล้องกับที่ประยงค์ (2554) กล่าวว่าอุปทานของปาล์มน้ำมันในระยะสั้นจะยืดหยุ่นต่อราคาเล็กน้อย ไม่ใช่ไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์ เนื่องจากเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยเร่งผลผลิต และเก็บผลปาล์มร่วง เพื่อตอบสนองต่อราคา ที่เปลี่ยนแปลงได้

นิคม ปัญญาทวีกิจไพศาล (2539: 123) วิเคราะห์ผลกระทบของการค้าเสรีต่อ อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มไทย โดยใช้ข้อมูลรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2537 ประมาณสมการ อุปทานของน้ำมันปาล์มขึ้นเพื่อทำการศึกษา พบว่าอุปทานของน้ำมันปาล์มขึ้นอยู่กับราคาขายส่ง จริงของน้ำมันปาล์มในตลาดกรุงเทพฯ และราคานำเข้าจริงของน้ำมันปาล์ม โดยความยืดหยุ่นใน การศึกษาดังกล่าวเท่ากับ 0.62 และ 0.12 ตามลำดับ

ศิริวรรณ ประเสริฐฐานนท์ และสุดาร์ตน์ เตชะศรีประเสริฐ (2548: 29) ใช้ข้อมูลรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2520-2546 สร้างแบบจำลองอุปทานของน้ำมันปาล์ม โดยกำหนดให้ปริมาณ ผลผลิตน้ำมันปาล์มเท่ากับผลคูณของพื้นที่เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันและผลผลิตน้ำมันปาล์มต่อไร่ต่อ ปี การประมาณการพื้นที่เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันพบว่า พื้นที่เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันขึ้นอยู่กับพื้นที่เก็บ เกี่ยวย้อนหลัง 1 ปี ราคาจริงของน้ำมันปาล์มย้อนหลัง 2 ปี และตัวแปรเวลาในทิศทางเดียวกัน แต่ พื้นที่เก็บเกี่ยวปาล์มน้ำมันจะมีความสัมพันธ์ผกผันกับราคาจริงของยางพาราย้อนหลัง 2 ปี ในขณะที่ผลผลิตน้ำมันปาล์มต่อไร่ต่อปีจะขึ้นอยู่กับผลผลิตต่อไร่ต่อปีย้อนหลัง 1 ปี ราคาจริงของ น้ำมันปาล์ม ราคาจริงของน้ำมันปาล์มย้อนหลัง 1 ปี และตัวแปรด้านเวลา โดยผลผลิตน้ำมัน ปาล์มต่อไร่ต่อปีจะแปรผกผันกับราคาน้ำมันปาล์มในปัจจุบัน เนื่องจากราคาที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผล ให้เกษตรกรเร่งเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนเวลาที่ปาล์มน้ำมันจะสุก ทำให้ผลผลิตที่เร่งเก็บเกี่ยวมานั้นไม่ ค่อยมีปริมาณน้ำมัน

การประมาณการอุปทานของน้ำมันปาล์มในครั้งนี้ จะใช้ตัวแบบการปรับตัวบางส่วน (Partial adjustment model) ซึ่งกำหนดให้ปริมาณการผลิตในปัจจุบันขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตในเดือนที่แล้ว โดยการปรับตัวของปริมาณการผลิตในแต่ละเดือนจะสะท้อนการคาดการณ์ของเกษตรกร ในขณะที่ข้อมูลตัวแปรบางตัวที่เคยใช้ศึกษาในอดีต เช่น พื้นที่เพาะปลูก ต้นทุนการผลิต จำนวนเกษตรกร และปริมาณถนนที่ตัดเพิ่มขึ้นนั้นไม่มีข้อมูลรายเดือน ดังนั้น การวิจัยนี้จึงไม่ได้พิจารณาผลกระทบจากตัวแปรดังกล่าว โดยฟังก์ชันของอุปทานน้ำมันปาล์มในการวิจัยนี้ จะเป็นไปตามสมการที่ 4.34 ซึ่งคาดการณ์ว่าอุปทานของน้ำมันปาล์มจะขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันปาล์ม ปริมาณฝนถ่วงน้ำหนักตามสมการที่ 4.42 และตัวแปรด้านเวลาในทิศทางเดียวกัน แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับราคาขายพารา

$$Q_{POS,t} = f(P_{PO,t}, P_{R,t}, TR_t, Trend, Q_{POS,t-1}) \quad (4.34)$$

#### 4.2.2 อุปสงค์ของน้ำมันปาล์มดิบ

การบริโภคสินค้าเกษตรไม่ได้แตกต่างจากการบริโภคสินค้าทั่วไป ดังนั้น ฟังก์ชันอุปสงค์ของสินค้าเกษตรจึงคล้ายกับฟังก์ชันอุปสงค์ของสินค้าทั่วไป ซึ่งปริมาณอุปสงค์ของสินค้าจะขึ้นอยู่กับราคาสินค้า ราคาสินค้าทดแทน รายได้ของผู้บริโภค รสนิยมของผู้บริโภค จำนวนผู้บริโภค และการคาดการณ์ทั้งรายได้และราคาของผู้บริโภค นอกจากนี้ สินค้าเกษตรยังมีอุปสงค์สืบเนื่องจากการนำสินค้าเกษตรไปแปรรูป เมื่อความต้องการสินค้าเกษตรแปรรูปเพิ่มขึ้น จะต้องใช้สินค้าเกษตรขั้นต้นเพิ่มขึ้นด้วย (Tomek and Robison, 1975: 14; ประยงค์ เนตยารักษ์, 2550: 140)

นิคม ปัญญาทวีกิจไพศาล (2539: 119) ใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2520-2537 ประมาณสมการอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มดิบ พบว่าอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มดิบขึ้นอยู่กับราคาขายส่งจริงของน้ำมันปาล์มดิบในตลาดกรุงเทพฯ ราคาขายส่งจริงของเมล็ดถั่วเหลืองในตลาดกรุงเทพฯ และรายได้ประชากรชาติต่อหัว โดยค่าความยืดหยุ่นเท่ากับ -1.91, 1.10 และ 1.07 ตามลำดับ เพราะฉะนั้น ราคาขายส่งน้ำมันปาล์มจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดของอุปสงค์น้ำมันปาล์มดิบในการศึกษาดังกล่าว

จันทร์ คำดา (2543: 93-94) ศึกษาผลกระทบของเขตการค้าเสรีอาเซียนต่อสวัสดิการของเกษตรกรผู้ผลิตปาล์มน้ำมันและผู้บริโภคน้ำมันปาล์ม โดยใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2520-2541 ประมาณสมการอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มดิบด้วยวิธี OLS พบว่าปัจจัยที่กระทบต่ออุปสงค์ของน้ำมันปาล์มดิบภายในประเทศ ประกอบด้วย ราคาขายส่งน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ในตลาด

กรุงเทพฯ ราคาขายส่งน้ำมันถั่วเหลืองในตลาดกรุงเทพฯ และรายได้ประชาชาติต่อคน ณ ปีฐาน พ.ศ. 2531 โดยความยืดหยุ่นเท่ากับ -0.81, 1.06 และ 1.05 ตามลำดับ

ศิริวรรณ ประเสริฐฐานนท์ และสุदारัตน์ เตชะศรีประเสริฐ (2548: 27) ใช้ข้อมูลรายปี ระหว่างปี พ.ศ. 2520 -2546 ประมาณการอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มภายในประเทศพบว่า ปริมาณ ความต้องการใช้น้ำมันปาล์มภายในประเทศจะขึ้นอยู่กับราคาจริงของน้ำมันปาล์มดิบ ราคาจริง ของถั่วเหลือง อัตราการเติบโตของภาคอุตสาหกรรม และความต้องการใช้น้ำมันปาล์มย้อนหลัง 1 ปี โดยความยืดหยุ่นในการศึกษาดังกล่าวเท่ากับ -0.59, 0.35 และ 0.69 ตามลำดับ

นอกจากนั้น การศึกษาในประเทศญี่ปุ่น Kim and Chern (1999: 92) พบว่าการให้ข้อมูล ด้านสุขภาพแก่ผู้บริโภคเพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคลดปริมาณการบริโภคน้ำมันปาล์มลง แต่จะหันไป บริโภคน้ำมันปลาเพิ่มขึ้น ส่วนการศึกษาในประเทศไทยทั้งหมดข้างต้น พบว่าอุปสงค์ของน้ำมัน ปาล์มจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอธิบายทุกตัวในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นแต่ราคาจริงของน้ำมัน ปาล์มดิบ ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอุปสงค์ของน้ำมันปาล์ม

#### ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเงินและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

ตัวแปร	คำอธิบาย	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
C	ค่าคงที่	-796,725 ***	118,953
GDP	ผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ	0.438 ***	0.032
Adjusted R-Squared = 0.9330		S.E. of Regression = 72,921.22	
ADF's P-Value = 0.0043			

หมายเหตุ: \*\*\*, \*\*, \* คือระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01, 0.05 และ 0.10 ตามลำดับ

การประมาณการอุปสงค์ของน้ำมันปาล์มในครั้งนี้ จะใช้ตัวแบบการปรับตัวบางส่วน (Partial adjustment model) เนื่องจากผู้บริโภคจะไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคทั้งหมดในระยะ สั้น และฟังก์ชันอุปสงค์ของน้ำมันปาล์ม จะเป็นไปตามสมการที่ 4.35 ซึ่งคาดการณ์ว่าอุปสงค์ของ น้ำมันปาล์มจะขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันถั่วเหลือง รายได้ประชาชาติต่อคน และดัชนีผลผลิต อุตสาหกรรมในทิศทางเดียวกัน แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับราคาน้ำมันปาล์ม อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรายได้ประชาชาติต่อคนไม่มีการจัดทำเป็นรายเดือน ดังนั้น การวิจัยนี้จะใช้ข้อมูล

ปริมาณเงินความหมายแคบแทนรายได้ของผู้บริโภค เนื่องจากระหว่างปี พ.ศ. 2540-2553 ตามตารางที่ 4.1 ปริมาณเงินความหมายแคบมีความสัมพันธ์เชิงดุลยภาพระยะยาว (Cointegration) กับผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$Q_{POD,t} = f(P_{PO,t}, P_{SO,t}, MS_t, MPI_t, Q_{POD,t-1}) \quad (4.35)$$

#### 4.2.3 อุปสงค์ของน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว (บี0 บี2 บี3) และไบโอดีเซล บี5

Nordhaus (1977 quoted in Weyman-Jones, 1986: 24-25) ทำการศึกษาเกี่ยวกับอุปสงค์ของพลังงานในประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศอังกฤษ และประเทศอื่นๆ ในทวีปยุโรปรวม 7 ประเทศระหว่างปี ค.ศ. 1955-1972 ซึ่งเป็นช่วงก่อนเกิดวิกฤตราคาน้ำมันดิบครั้งแรก พบว่าความต้องการใช้พลังงานจากภาคอุตสาหกรรม ภาคขนส่ง และความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ ล้วนแต่ขึ้นอยู่กับราคาพลังงาน และรายได้ที่แท้จริง ทั้งนี้ การศึกษาดังกล่าวได้ประยุกต์ใช้ข้อสมมติการปรับตัวบางส่วน (Partial adjustment) เข้าไปในการประมาณการ ทำให้สมการอุปสงค์มีลักษณะพลวัต และปริมาณการบริโภคพลังงานที่ปรารถนาสัมพันธ์กันกับปริมาณการบริโภคพลังงานที่เกิดขึ้นจริง 1 ปีก่อนหน้า

การศึกษาดัชนีแบบอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลส่วนใหญ่พบว่า ราคาน้ำมันดีเซลและระดับรายได้ของประชากรเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่ออุปสงค์ของน้ำมันดีเซล (Banaszak, Chakravorty and Leung, 1999: 155; Sa'ad, 2009: 148) ในกรณีของประเทศไทย Praipol Koomsup et al. (1987: A10-A11) ประมาณการอุปสงค์น้ำมันดีเซลด้วยตัวแบบ Log-Linear โดยกำหนดให้อุปสงค์ของน้ำมันดีเซลขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดีเซลและระดับรายได้ประชาชาติ ซึ่งพบว่าความยืดหยุ่นราคาน้ำมันดีเซลระหว่างปี พ.ศ. 2513-2517 เป็นลบ แต่ความยืดหยุ่นราคาน้ำมันดีเซลระหว่างปี พ.ศ. 2518-2525 กลับเป็นบวก ในขณะที่ระดับรายได้ประชาชาติส่งผลต่ออุปสงค์ของน้ำมันดีเซลในทิศทางเดียวกันทั้งสองช่วงเวลา

สมศักดิ์ กิจสำเร็จ (2535: 62) ใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2513-2532 วิเคราะห์ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาและรายได้ สำหรับน้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล และก๊าซรถยนต์ โดยกำหนดให้ความต้องการบริโภคน้ำมันขึ้นอยู่กับราคาจริงและรายได้เป็นสมมติฐานของการศึกษา พบว่าความยืดหยุ่นราคาของน้ำมันดีเซลเท่ากับ -0.17 ส่วนความยืดหยุ่นต่อรายได้ของน้ำมันดีเซลเท่ากับ 0.84

สิริมาศ จาวยนต์ (2537: 138-139) ศึกษาความต้องการน้ำมันจากภาคอุตสาหกรรมและภาคคมนาคมขนส่ง โดยใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2522-2534 ประมาณสมการอุปสงค์น้ำมันดีเซล ซึ่งขึ้นอยู่กับรายได้และราคาเฉลี่ย พบว่าความยืดหยุ่นรายได้เท่ากับ 0.83 และความยืดหยุ่นราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ -0.51

กิตติศักดิ์ รัตตพันธุ์ (2539: 140-145) ใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2526-2537 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่ออุปสงค์ของน้ำมันเชื้อเพลิง โดยการประมาณสมการอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลจะประกอบด้วยตัวแปรอธิบายนอกเหนือจากตัวแปรรายได้และราคาเฉลี่ย ได้แก่ ตัวแปรจำนวนประชากรและจำนวนรถยนต์กับรถบรรทุกที่ใช้ น้ำมันดีเซล ซึ่งปรากฏว่าจำนวนประชากรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่จำนวนรถยนต์กับรถบรรทุกและผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 ซึ่งก่อให้เกิดปัญหา Multicollinearity ทำให้การประมาณสมการอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลจึงขึ้นอยู่กับราคาและรายได้ตามเดิม โดยความยืดหยุ่นรายได้เท่ากับ 1.18 ส่วนความยืดหยุ่นราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 0.38 ดังนั้น ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศหรือรายได้จึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการน้ำมันมากที่สุดในการศึกษาดังกล่าว

อรพรรณ พรหมพูล (2544: 74) ศึกษาความยืดหยุ่นและภาวะภาษีสรรพสามิตของน้ำมันดีเซล โดยใช้ข้อมูลรายปีระหว่างปี พ.ศ. 2531-2540 ประมาณสมการอุปสงค์ของน้ำมันดีเซล ซึ่งขึ้นอยู่กับราคาขายปลีกและจำนวนรถยนต์รถบรรทุกที่ใช้ น้ำมันดีเซล ในขณะที่การศึกษาดังกล่าวใช้ตัวแปรผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศของภาคเกษตรกรรมและภาคคมนาคมขนส่งเป็นตัวแทนรายได้ ปรากฏว่าตัวแปรดังกล่าวและตัวแปรจำนวนประชากรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ในเวลาต่อมา การศึกษาอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลได้พิจารณาผลการทดแทนกันระหว่างน้ำมันเบนซิน และน้ำมันดีเซล สมเกียรติ ตั้งกิจวานิชย์ และชโลธร แก่นสันติสุขมงคล (2550: 419) ใช้ข้อมูลรายไตรมาสระหว่างปี พ.ศ. 2536-2549 ประมาณการอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลด้วยแบบจำลอง Cointegration พบว่าความยืดหยุ่นรายได้เป็นบวก ความยืดหยุ่นราคาในระยะยาวของน้ำมันดีเซลเป็นลบ ในขณะที่ความยืดหยุ่นราคาไขว้ในระยะยาวจากน้ำมันเบนซินเป็นบวก ซึ่งแสดงว่าน้ำมันเบนซินสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลได้ นอกจากนั้น ตัวแปรเวลา (Trend) ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลเช่นกัน

ธีระพงษ์ วิกิตเศรษฐ และคณะ (2549: 56-57) ใช้ข้อมูลรายเดือนระหว่างปี พ.ศ. 2545-2548 ประมาณการอุปสงค์ต่อน้ำมันดีเซล พบว่าอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันดีเซลในทิศทางตรงกันข้าม และอุปสงค์ของน้ำมันดีเซลจะขึ้นอยู่กับปริมาณเงินความหมายแคบ ซึ่งเป็นตัวแทนของรายได้ผู้ใช้น้ำมันในแต่ละเดือน ทั้งนี้คณะวิจัยได้พิจารณาให้น้ำมันเบนซินเป็นสินค้า

ทดแทนน้ำมันดีเซล โดยกำหนดให้ราคาน้ำมันเบนซินเป็นหนึ่งในตัวแปรอธิบาย และปรากฏว่าค่าสัมประสิทธิ์ของราคาน้ำมันเบนซินเป็นบวก นอกจากนี้ คณะวิจัยยังได้ใช้ตัวแปรหุ่นเดือนทั้งหมด 11 เดือนเป็นตัวแปรอธิบายแทนราคารถยนต์

การประมาณการอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็วในครั้งนี้ จะใช้ตัวแบบการปรับตัวบางส่วน (Partial adjustment model) ส่วนรายได้ผู้บริโภคดีเซลหมุนเร็วจะใช้ข้อมูลปริมาณเงินความหมายแคบเช่นเดียวกับรายได้ของผู้บริโภคน้ำมันปาล์ม เพราะฉะนั้น ฟังก์ชันอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็วในการวิจัยนี้ จะเป็นไปตามสมการที่ 4.36 ซึ่งคาดการณ์ว่าอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็วจะขึ้นอยู่กับปริมาณเงินความหมายแคบ ราคาไบโอดีเซล ปี5 ราคาเบนซิน ดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม และตัวแปรด้านเวลาในทิศทางเดียวกัน แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับราคาดีเซลหมุนเร็ว

$$Q_{HD,t} = f(P_{H,t}, P_{B,t}, P_{G,t}, MS_t, MPI_t, Trend, Q_{POD,t-1}) \quad (4.36)$$

Jittinun Apinyanon (2007: 10) ศึกษาส่วนต่างราคาขายปลีกระหว่างดีเซลหมุนเร็วและไบโอดีเซล ปี5 โดยใช้ข้อมูลรายเดือนระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ประมาณการแบบจำลองปริมาณการใช้ไบโอดีเซล ปี5 พบว่าส่วนต่างราคาขายปลีกของน้ำมันทั้งสองชนิด ราคาขายปลีกดีเซลหมุนเร็ว และจำนวนสถานีจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 ส่งผลต่อปริมาณการใช้ไบโอดีเซล ปี5 ในทิศทางเดียวกัน

แม้จะไม่พบการศึกษาอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 โดยตรงมากนัก แต่การประมาณการอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 นั้นสามารถเทียบเคียงได้กับอุปสงค์ของดีเซลหมุนเร็ว โดยการประมาณการอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 จะเป็นไปตามสมการที่ (4.37) ซึ่งคาดการณ์ว่าอุปสงค์ของไบโอดีเซล ปี5 จะขึ้นอยู่กับราคาดีเซลหมุนเร็ว ปริมาณเงินความหมายแคบ ดัชนีผลผลิตอุตสาหกรรม และตัวแปรด้านเวลาในทิศทางเดียวกัน แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับราคาไบโอดีเซล ปี5

$$Q_{BD,t} = f(P_{B,t}, P_{H,t}, MS_t, MPI_t, BS_t, Trend, Q_{POD,t-1}) \quad (4.37)$$

### 4.3 วิธีการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนต่อมาเป็นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยใช้ตัวแบบการคำนวณความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (DWL) ในขั้นตอนแรกร่วมกับโปรแกรมเชิงเส้น (Linear programming, LP) ซึ่งเป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์สำหรับการหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยโปรแกรมดังกล่าวจะระบุค่าของตัวแปรตัดสินใจ (Decision variables) ซึ่งทำให้ค่าของฟังก์ชันเป้าหมายสูงสุดหรือต่ำสุด อย่างไรก็ตาม ค่าของตัวแปรตัดสินใจดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับข้อจำกัด (Constraints) หรือทรัพยากรที่มีอยู่ (ประกอบ จิรจิตติ, 2535: 5; Taha, 2007: 10) จากสมการที่ 4.27 กำหนดให้สมการคำนวณความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (DWL) ดังกล่าวเป็นฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective) โดยเป้าหมายของการศึกษาครั้งนี้คือการระบุทางเลือกที่ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ (DWL) น้อยที่สุด นอกจากนี้ กำหนดให้ฟังก์ชันดังกล่าวเป็นโปรแกรมเชิงเส้น 2 ตัวแปร ซึ่งตัวแปรตัดสินใจ ได้แก่ ราคาขายปลีกดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และราคาขายปลีกไบโอดีเซล ปี5 โดยที่ตัวแปรทั้งสองในทุกสถานการณ์จะถูกจำกัดไม่ให้ต่ำกว่าราคาหน้าโรงกลั่นรวมกับค่าการตลาด

ในขณะที่การจัดการควบคุมราคาน้ำมันเป็นข้อเสนอเชิงนโยบายเพื่อจัดการสูญเสียสวัสดิการ (Griffin and Steele, 1980: 348) อย่างไรก็ตาม นโยบายการกำหนดราคาพลังงานที่เหมาะสมประกอบด้วยทางเลือกหลากหลายรูปแบบ ซึ่งให้ผลลัพธ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมแตกต่างกัน (Munasinghe and Schramm, 1983: 193) โดยประโยชน์ที่สังคมต้องการจากโครงสร้างราคาน้ำมันยังประกอบด้วย รายได้ภาษีน้ำมันเท่าเดิม รวมถึงค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค น้ำมัน ต้นทุนเศรษฐกิจของการใช้น้ำมัน และปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบลดลง (ธีระพงษ์ วิจิต เศรษฐ และคณะ, 2549: 49-50) ฉะนั้น การวิจัยนี้จะพิจารณาทางเลือกนโยบาย ซึ่งนอกจากก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจน้อยที่สุดแล้ว สามารถนำไปปรับโครงสร้างราคาน้ำมันให้เกิดประโยชน์ตามที่สังคมต้องการ โดยทางเลือกนโยบายทั้งหมดจะถูกประยุกต์เป็นสมการข้อจำกัด (Constraints) ของโปรแกรมเชิงเส้น เพื่อจำลองสถานการณ์ทางเลือกที่แตกต่างกันออกไป สมการที่ 4.38 เป็นสมการข้อจำกัดของการจัดเก็บภาษีและเงินเข้ากองทุนได้เท่าเดิม เพื่อชดเชยต้นทุนของการใช้ถนน (Newberry, 1985: 79) และครอบคลุมต้นทุนสังคมทั้งหมดของการปล่อยคาร์บอนจากการเผาไหม้น้ำมัน ในขณะที่ทางเลือกนโยบายประชานิยม ซึ่งให้ความสำคัญกับประชาชนจะแสดงโดยสมการที่ 4.39 ซึ่งเป็นสมการข้อจำกัดของการลดค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค น้ำมันดีเซลรวมทั้งสองชนิดลง สมการที่ 4.40 เป็นสมการข้อจำกัดของการลดต้นทุนเศรษฐกิจของการใช้น้ำมันดีเซลรวมทั้งสองชนิดลง และสมการที่ 4.41 เป็นสมการข้อจำกัดของการลด



ปริมาณนำเข้าน้ำมันดิบลง เนื่องจากการลดปริมาณนำเข้าน้ำมันดิบจากต่างประเทศนั้นเป็นเป้าหมายของผู้กำหนดนโยบายราคาพลังงานมาอย่างยาวนาน (Praipol Koomsup et al., 1987: 62)

$$\text{Total Revenue} = [(P_H - MC_H) * Q_{HD}] + [(P_B - MC_B) * Q_{BD}] \quad (4.38)$$

$$\text{Total Consumer Expenditure} = (P_H * Q_{HD}) + (P_B * Q_{BD}) \quad (4.39)$$

$$\text{Total Economic Cost} = (MC_H * Q_{HD}) + (MC_B * Q_{BD}) \quad (4.40)$$

$$\text{Total Crude Oil Import} = 0.95Q_{BD} + (\beta * Q_{HD}); (\beta = 0, 2, 3) \quad (4.41)$$

การจำลองสถานการณ์จะเริ่มต้นจากการใช้ข้อจำกัดที่ละเอียดจนกระทั่งใช้ข้อจำกัดร่วมกันทุกข้อ โดยในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยจำนวนสถานการณ์ย่อยเท่ากับจำนวนเดือน นอกจากนั้น ในสถานการณ์เดียวกัน ทุกสถานการณ์ย่อยจะใช้ข้อจำกัดเหมือนกัน ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ใช้ข้อจำกัดการลดปริมาณการนำเข้าน้ำมันดิบ สถานการณ์ดังกล่าวจะประกอบด้วยสถานการณ์ย่อย 48 สถานการณ์ ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 โดยแต่ละสถานการณ์ย่อยทั้งหมดจะใช้ข้อจำกัด เฉพาะสมการที่ 4.41 เหมือนกัน หลังจากนั้น เมื่อการจำลองสถานการณ์ย่อยทั้งหมดเสร็จแล้ว จึงนำผลการจำลองย่อยในแต่ละเดือนมารวบรวมในแต่ละสถานการณ์ เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ในภาพรวมต่อไป

#### 4.4 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) ตามตารางที่ 4.2 ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2554 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานประกาศโครงสร้างราคาขายปลีกไบโอดีเซล ปี5 โดยช่วงเวลาดังกล่าวนั้น ผู้บริโภคจะมีทางเลือกในการบริโภคน้ำมันดีเซล ได้แก่ ดีเซลหมุนเร็ว (ปี0 ปี2 ปี3) และไบโอดีเซล ปี5 หลังจากนั้น เมื่อเกิดภาวะการขาดแคลนน้ำมันปาล์มดิบ ทำให้กระทรวงพลังงานกำหนดให้ใช้น้ำมันดีเซล ปี3 ชนิดเดียวเรื่อยมา อย่างไรก็ตาม การคำนวณความสูญเสียทางเศรษฐกิจในการศึกษาครั้งนี้จะเริ่มต้นหลังจากเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 เนื่องจากการเผยแพร่ข้อมูลราคาเมทานอล ( $P_M$ ) ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และข้อมูล

ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันปาล์มดิบ ( $Q_{POD}$ ) ของสำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร เริ่มต้นขึ้นในเดือนดังกล่าว

ในขณะที่ข้อมูลปริมาณการผลิตไบโอดีเซล ปี100 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งผู้วิจัยนำไปคำนวณปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้สำหรับการผลิตไบโอดีเซล ปี 100 ( $Q_{POB}$ ) นั้น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเริ่มต้นเผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ดังนั้น ข้อมูลปริมาณการผลิตไบโอดีเซล ปี100 ระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 จะใช้ข้อมูลปริมาณความต้องการไบโอดีเซล ปี100 สำหรับผลปี5 ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานเป็นตัวแทน ส่วนข้อมูลปริมาณฝน ( $TR$ ) ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นข้อมูลถ่วงน้ำหนักตามเนื้อที่ให้ผลผลิตของจังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร พบว่าข้อมูลปริมาณฝนครั้งแรกของปี พ.ศ. 2550 ในจังหวัดกระบี่ขาดหายไป ดังนั้น ข้อมูลดังกล่าวจึงถูกทดแทนด้วยข้อมูลปริมาณฝนของสถานีสนามบินภูเก็ต ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งใกล้เคียงกับสถานีกระบี่

นอกจากนั้น จากข้อมูลเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันระหว่างปี พ.ศ. 2550-2553 พบว่า จังหวัดที่มีเนื้อที่ให้ผลผลิตมากที่สุดสามลำดับแรกประกอบด้วย จังหวัดกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร โดยสามจังหวัดดังกล่าวมีเนื้อที่ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 74.45 ของเนื้อที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศ ในขณะที่จังหวัดที่มีเนื้อที่ให้ผลผลิตเป็นลำดับต่อมา ได้แก่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยในปี พ.ศ. 2553 จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีเนื้อที่ให้ผลผลิตเพียงแค่อ้อยละ 4.70 ของเนื้อที่ให้ผลผลิตทั้งประเทศ เมื่อพิจารณาเฉพาะสามจังหวัดที่มีเนื้อที่ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมากที่สุดดังกล่าว จังหวัดกระบี่จะมีเนื้อที่ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 36.36 ของเนื้อที่ให้ผลผลิตรวมสามจังหวัด ในขณะที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีเนื้อที่ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 34.97 และจังหวัดชุมพรมีเนื้อที่ให้ผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 28.67 เพราะฉะนั้น การคำนวณปริมาณฝนในการศึกษาครั้งนี้จึงถ่วงน้ำหนักตามเนื้อที่ให้ผลผลิตของสามจังหวัดดังกล่าว ตามสมการที่ 4.42

$$TR = 36.36TR_{\text{กระบี่}} + 34.97TR_{\text{สุราษฎร์ธานี}} + 28.67TR_{\text{ชุมพร}} \quad (4.42)$$

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรและแหล่งที่มาของข้อมูลสำหรับการวิจัย

ตัวแปร	คำอธิบาย (หน่วย)	แหล่งที่มาของข้อมูล
$\beta$	สัดส่วนของปี100 ในดีเซลหมุนเร็ว (ร้อยละ)	มติคณะกรรมการบริหาร นโยบายพลังงาน
<i>days</i>	จำนวนวันในแต่ละเดือน (วัน)	
$\Delta Stock$	ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของสต็อกน้ำมันปาล์มดิบ ณ โรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ (ตัน)	คำนวณจากข้อมูล สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร
$D_{BM}$	ตัวแปรหุ่นการกำหนดดีเซลหมุนเร็วผสมไบโอดีเซล ปี100 โดย $D_{BM} = 1$ ถ้าภาครัฐบังคับให้ดีเซลหมุนเร็วผสมไบโอดีเซล ปี100 แล้ว	มติคณะกรรมการบริหาร นโยบายพลังงาน
$D_{FL}$	ตัวแปรหุ่นเหตุการณ์น้ำท่วมในกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร โดย $D_{FL} = 1$ ถ้าเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมใน กระบี่หรือสุราษฎร์ธานีหรือชุมพร	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ และการเกษตร (องค์การมหาชน)
$E_{B100}$	ปริมาณอุปทานของไบโอดีเซล ปี100 ที่เปลี่ยนแปลงต่อ ราคาที่เปลี่ยนแปลง (ล้านลิตรต่อวัน/บาท)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.6
$E_{ES}$	ปริมาณอุปทานส่วนเกินของน้ำมันปาล์มดิบที่ เปลี่ยนแปลงต่อราคาที่เปลี่ยนแปลง (ตัน/บาท)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.5
$ER$	อัตราแลกเปลี่ยน (บาท/ดอลลาร์ สรอ.)	ธนาคารแห่งประเทศไทย
$MB_B$	ประโยชน์ส่วนเพิ่มของไบโอดีเซล ปี5 (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.22
$MB_H$	ประโยชน์ส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.21
$MC_B$	ต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์ส่วนเพิ่มของไบโอดีเซล ปี5 (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.18
$MC_{CO}$	ต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์ของส่วนน้ำมันดิบ (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.11
$MC_H$	ต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์ส่วนเพิ่มของดีเซลหมุนเร็ว (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.17
$MC_{PO}$	ต้นทุนเศรษฐกิจศาสตร์ของส่วนน้ำมันปาล์มดิบ (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย
$MM_B$	ค่าการตลาดของไบโอดีเซล ปี5 (บาท/ลิตร)	คำนวณจากข้อมูลสำนักงานนโยบาย และแผนพลังงาน
$MM_H$	ค่าการตลาดของดีเซลหมุนเร็ว (บาท/ลิตร)	
$MPI_D$	ดัชนีผลผลิตน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว	สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
$MPI_P$	ดัชนีผลผลิตน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์	
$n$	จำนวนเดือนต่อจากเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 (เดือน)	
$P_{B100}$	ราคาไบโอดีเซล ปี100 (บาท/ลิตร)	คำนวณตามหลักเกณฑ์ของคณะ กรรมการบริหารนโยบายพลังงาน

## ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย (หน่วย)	แหล่งที่มาของข้อมูล
$P_{B100i}$	ราคาไบโอดีเซล ปี100 ณ แกนราคา (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.7
$P_B$	ราคาขายปลีกไบโอดีเซล ปี5 ในเขตกรุงเทพฯ (บาท/ลิตร)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
$P_{BE}$	ราคาคุณภาพของไบโอดีเซล ปี5 (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.24
$P_{Bi}$	ราคาไบโอดีเซล ปี5 ณ แกนราคา (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.32
$P_{BX}$	ราคาไบโอดีเซล ปี5 หน้าโรงกลั่น (บาท/ลิตร)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
$P_H$	ราคาขายปลีกดีเซลหมุนเร็วในเขตกรุงเทพฯ (บาท/ลิตร)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
$P_{HE}$	ราคาคุณภาพของดีเซลหมุนเร็ว (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.23
$P_{Hi}$	ราคาดีเซลหมุนเร็ว ณ แกนราคา (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.31
$P_{HX}$	ราคาดีเซลหมุนเร็วหน้าโรงกลั่น (บาท/ลิตร)	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
$P_M$	ราคาเมทานอลในเขตกรุงเทพฯ (บาท/กก.)	กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน
$P_{NB}$	ราคาน้ำมันปาล์มดิบเมื่อไม่มีการผลิต ปี100 (บาท/กก.)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.4
$P_{PO}$	ราคาน้ำมันปาล์มดิบ (บาท/กก.)	สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร
$P_R$	ราคาน้ำมันยางสดท้องถิ่น (บาท/กก.)	สำนักงานกองทุนสงเคราะห์ การทำสวนยาง
$P_{SO}$	ราคาซื้อขายล่วงหน้าน้ำมันถั่วเหลือง ตลาดชิคาโก (บาท/กก.)	สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร
$Q_{B100}$	ปริมาณการผลิตไบโอดีเซล ปี100 (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.8
$Q_{BA}$	ปริมาณการจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 ที่เกิดขึ้นจริง (ล้านลิตร/วัน)	กรมธุรกิจพลังงาน
$Q_{BD}$	ปริมาณการจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.20
$Q_{BE}$	ปริมาณการจำหน่ายไบโอดีเซล ปี5 คุณภาพ (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.26
$Q_{BS}$	ปริมาณการผลิตไบโอดีเซล ปี5 (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.16
$Q_{HA}$	ปริมาณการจำหน่ายดีเซลหมุนเร็วที่เกิดขึ้นจริง (ล้านลิตร/วัน)	กรมธุรกิจพลังงาน
$Q_{HD}$	ปริมาณการจำหน่ายดีเซลหมุนเร็ว (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.19
$Q_{HE}$	ปริมาณการจำหน่ายดีเซลหมุนเร็วคุณภาพ (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.25
$Q_{HS}$	ปริมาณการผลิตดีเซลหมุนเร็ว (ล้านลิตร/วัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.15
$Q_{NB}$	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันปาล์มดิบสำหรับอาหาร (ตัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย

## ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตัวแปร	คำอธิบาย (หน่วย)	แหล่งที่มาของข้อมูล
$Q_{PBE}$	ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบคุณภาพที่ใช้ผลิตปี 100 (ตัน)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.28
$Q_{POB}$	ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ใช้ผลิตปี 100 (ตัน)	คำนวณจากข้อมูลกรมพัฒนา พลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
$Q_{POD}$	ปริมาณการจำหน่ายน้ำมันปาล์มดิบ (ตัน)	สำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร
$Q_{POS}$	ปริมาณน้ำมันปาล์มดิบที่ผลิตได้ (ตัน)	
$SC_B$	ต้นทุนทางสังคมของไบโอดีเซล ปี5 (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.13
$SC_H$	ต้นทุนทางสังคมของดีเซลหมุนเร็ว (บาท/ลิตร)	คำนวณโดยผู้วิจัย ตามสมการที่ 4.12
$TR$	ปริมาณฝนถั่วเฉลี่ยในกระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร (มม.)	คำนวณจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ตามสมการที่ 4.42
a-n	ค่าคงที่ และค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรราคา	คำนวณโดยผู้วิจัย