การประเมินทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน

ASSESSMENT OF ECONOMICS AND APPROPRIATE TECHNOLOGIES FOR CONVERSION OF WASTE TO LIQUID FUELS

จันทิมา อุทะกะ[1], *วิชชากร จารุศิริ*[2]
Jantima Utaka[1], *Witchakorn Charusiri*[2]

[1]*สาขาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*
[1]*Engineering Management Programme, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University.*
[2]*บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
[2]*Graduate School, Srinakharinwirot University.*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการประเมินทางเศรษฐศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมพร้อมวิเคราะห์ต้นทุนที่แท้จริงของธุรกิจการเปลี่ยนขยะพลาสติกและยางรถยนต์ที่ใช้แล้วเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 กรณี คือ ขยะที่ไม่มีมูลค่า ขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล และขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก วิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์ (Cost-Benefit Analysis) ด้วยดัชนีชี้วัดความคุ้มค่า คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit-Cost Ratio: BCR) และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ เพื่อคำนวณต้นทุนที่แท้จริงและปริมาณเงินชดเชยหรือเงินสนับสนุนจากภาครัฐที่เหมาะสมเพื่อให้โครงการคุ้มค่ากับการลงทุนภายในสมมติฐานของระยะเวลาโครงการ 15 ปี โดยต้นทุนประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่าเสียโอกาสของขยะ ค่าเสียโอกาสที่ดิน และต้นทุนค่าขนส่ง โดยผลประโยชน์ประกอบด้วย ผลประโยชน์จากการขายน้ำมัน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า หากรัฐบาลให้การสนับสนุนด้วยการกำหนดราคารับซื้อน้ำมันที่ผลิตได้ราคาลิตรละ 18 บาท โครงการแปรรูปขยะเป็นน้ำมันนี้จะมีผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน

คำสำคัญ: การแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน, การประเมินทางเศรษฐศาสตร์, การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

Abstract

The research is to study an assessment of economics and appropriate technologies for conversion of waste to liquid fuels. The objective focuses on an appropriate technologies and cost benefits of conversion of waste to energy business. The garbage used in this research work is plastics and ties under 3 scenarios such as non value waste, value waste form municipality management and purchasing waste. The cost benefit analysis is used with a set of key indicators including net present value, cost benefit ratio, financial internal rate of return. The sensitivity analysis is also used. In addition, sale price and appropriate financial supporting from government can be calculated. The cost structure will include investment cost, operating and maintenance cost, waste forgone, land forgone and transportation cost. On the other hand, benefits will include income from selling waste. If the government supported by the purchase price of oil produced at 18 baht per liter, the conversion of waste to Liquid Fuels project will be has economic benefit return on investment.

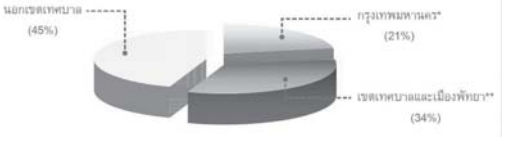
Keywords: Conversion of waste to liquid fuels, Assessment of economics, Cost benefit analysis

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคม ความมั่นคงของประเทศ รวมทั้งการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างก้าวกระโดด ส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานที่มีอัตราสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก เกิดเป็นวิกฤตการณ์พลังงานของโลกที่มีความรุนแรงมากซึ่งส่งผลให้ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกสูงถึง 110 เหรียญสหรัฐต่อบาร์เรล พร้อมกันนี้ยังเผชิญปัญหาเรื่องการจัดการขยะและของเสีย โดยเฉพาะขยะจำพวกพลาสติก และยางรถยนต์ที่ใช้แล้ว ซึ่งจำเป็นต้องหาวิธีกำจัดขยะหรือให้มีการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างเหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดหรือเกิดผลกระทบน้อยที่สุดต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อม และปัญหาการขาดแคลนแหล่งพลังงาน ในปีพุทธศักราช 2552 พบว่าประเทศไทยมีการใช้พลังงานภายในประเทศรวมทั้งสิ้นเทียบเท่าน้ำมันดิบ 56,687 พันตัน [1] เพิ่มขึ้นจากปีพุทธศักราช 2551 คิดเป็นร้อยละ 3.16 และยังมีแนวโน้มของอัตราการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในจำนวนของการใช้พลังงานในประเทศเป็นการจัดหาพลังงานจากแหล่งพลังงานภายในประเทศส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศถึงกว่าร้อยละ 60 และด้วยเหตุนี้รัฐบาลจึง

จำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานภายในประเทศ รวมทั้งการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ภายในประเทศมาใช้ทดแทนให้ได้มากที่สุด

จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษในปี พ.ศ. 2550 [2] พบว่าประเทศไทยมีปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนประมาณ 14.72 ล้านตัน หรือวันละ 40,332 ตัน (ยังไม่รวมปริมาณขยะมูลฝอยก่อนนำมาทิ้งในถัง) เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2549 ประมาณ 0.12 ล้านตัน หรือร้อยละ 1 พบว่าเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณขยะมูลฝอยที่เก็บขนได้วันละ 8,532 ตัน คิดเป็นร้อยละ 21 ในขณะที่ปริมาณขยะมูลฝอยในเขตเทศบาลและเมืองพัทยา มีประมาณวันละ 13,600 ตัน คิดเป็นร้อยละ 34 และนอกเขตเทศบาลซึ่งครอบคลุมพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลทั้งหมด มีประมาณวันละ 18,200 ตัน คิดเป็นร้อยละ 45 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั่วประเทศ



ภาพที่ 1 ปริมาณขยะมูลฝอยจำแนกตามลักษณะพื้นที่ ปี พ.ศ. 2550

โดยทั่วไปแหล่งที่มาของขยะจะแบ่งเป็น 6 แหล่ง คือ ขยะที่มาจากการค้า อุตสาหกรรม ก่อสร้าง การเกษตร บ้านเรือน และเหมืองสำหรับขยะที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการเปลี่ยนเป็นพลังงานได้นั้น โดยทั่วไปจะต้องเป็นขยะที่มีคาร์บอน และ/หรือไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ยกตัวอย่างเช่น ขยะชีวมวล ขยะพลาสติก หรือขยะที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีจากบ้านเรือน ซึ่งเมื่อเปลี่ยนขยะเหล่านี้เป็นพลังงาน จำเป็นต้องคำนึงถึงชนิดของขยะ เพื่อที่จะได้เลือกกระบวนการหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเปลี่ยนขยะเหล่านี้เป็นพลังงาน [3]

ปัจจุบันแนวทางที่สามารถนำมาช่วยการจัดการขยะให้เป็นพลังงานได้อีกคือการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน หรือTurn Waste in to Energy ด้วยการนำขยะพลาสติกมาเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนกลับเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีชื่อตามสิทธิบัตรนานาชาติ WO 2005/078049 เรียกว่า “Polymer Energy” เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สามารถผลิตน้ำมันจากขยะพลาสติกและสามารถลดการเข้าน้ำมันดิบไปพร้อมๆ กับการกำจัดขยะพลาสติก นอกจากจะเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าแล้ว ยังเป็นการลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงต้นทุนที่แท้จริงของธุรกิจการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงาน โดยขยะที่ใช้ในการวิจัย คือ พลาสติกและยางรถยนต์ที่ใช้แล้ว ซึ่งต้นทุนที่ได้จากการศึกษาจะสามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบสำหรับหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่สนใจจะจัดตั้งหรือขยายส่วนการผลิตน้ำมันจากขยะทั้ง 2 ประเภท

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสม พร้อมวิเคราะห์ต้นทุนที่แท้จริงของธุรกิจการเปลี่ยนขยะพลาสติกและยางรถยนต์ที่ใช้แล้วเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงภายใต้ภาพเหตุการณ์ 3 กรณี คือ ขยะที่ไม่มีมูลค่า ขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล และขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. กระบวนการเปลี่ยนขยะเป็นน้ำมัน

กระบวนการเปลี่ยนขยะเป็นพลังงานสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท [3-4] คือ กระบวนการทางความร้อน กระบวนการทางชีวเคมี และกระบวนการทางเคมี โดยกระบวนการทางชีวเคมี เป็นการใช้จุลินทรีย์ในการย่อยขยะผ่านปฏิกิริยาเชิงชีวเคมี ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น กระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic Digestion) และการหมัก (Fermentation) ส่วนกระบวนการเชิงเคมีนั้น เป็นการเปลี่ยนขยะให้เป็นผลผลิตโดยผ่านปฏิกิริยาเคมีซึ่งปฏิกิริยาที่เห็นได้ชัดคือปฏิกิริยาเอสเทอริฟิเคชันที่ใช้เปลี่ยนน้ำมันพืชหรือน้ำมันพืชใช้แล้วให้เป็นไบโอดีเซล กระบวนการทางความร้อนนั้น แบ่งแยกออกเป็น กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) กระบวนการแกสซิฟิเคชัน (Gasification) และกระบวนการลิควิแฟกชัน (Liquefaction)

1.1 กระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)

กระบวนการไพโรไลซิสคือ กระบวนการแตกตัวหรือสลายตัวของสารประกอบหรือวัสดุต่างๆ ที่อุณหภูมิประมาณ 400-800°C ในภาวะที่ปราศจากออกซิเจนหรือมีออกซิเจนในปริมาณที่น้อยมาก ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการนี้ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิดตามสภาวะคือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ของเหลว และของแข็ง อัตราส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้ เช่น อุณหภูมิ อัตราเร็วในการให้ความร้อน [4] ปฏิกิริยาที่เกิดในกระบวนการไพโรไลซิสประกอบด้วย ขั้นแรก เป็นการแตกตัวของสารที่ระเหยง่ายออกจากวัตถุดิบ (Devolatilization) ขั้นที่สอง เป็นการแตกตัวของวัตถุดิบ โดยองค์ประกอบที่สามารถแตกตัวได้ในสภาวะที่ใช้จะแตกตัวออกมาเป็นโมเลกุลที่เล็กลง และเล็กลงเรื่อยๆ ตามเวลาหรืออุณหภูมิที่กำหนดจนกระทั่งเกิดการแตกตัวที่สมบูรณ์ของวัตถุดิบ หากมีการให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง สารที่ได้จากการแตกตัวของวัตถุดิบอาจกลับมารวมตัวกันเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ (Polymerization) อาจกลายของแข็งข้นเหนียวติดอยู่ตามอุปกรณ์ต่างๆ

1.2 กระบวนการแกสซิฟิเคชัน (Gasification)

กระบวนการแกสซิฟิเคชั่นเป็นการเปลี่ยนวัตถุดิบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ

ที่อุณหภูมิสูงประมาณ 500-1,400°C ภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดเพื่อผลิตก๊าซสังเคราะห์ (Synthesis Gas) ซึ่งเป็นก๊าซผสมระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจน โดยมีก๊าซมีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลิตภัณฑ์ร่วม อัตราส่วนระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับไฮโดรเจนจะแตกต่างกันขึ้นกับสภาวะที่ใช้ ปฏิกิริยาขั้นต้นของกระบวนการนี้คือ เกิดการสลายตัวของสารที่ระเหยง่ายออกจากวัตถุดิบ (Deolatilization) ส่วนปฏิกิริยาการสลายตัวหรือการแตกตัวที่ตามมานั้น ขึ้นอยู่กับสภาวะที่ใช้และก๊าซที่ใช้เป็นตัวกลาง

1.3 กระบวนการลิควิแฟกชัน (Liquefaction)

เป็นกระบวนการที่เปลี่ยนองค์ประกอบของคาร์บอนในรูปของแข็งให้เป็นของเหลว โดยใช้ความร้อนหรือความร้อนร่วมกับตัวทำละลายที่อุณหภูมิต่ำ ประมาณ 200-400°C ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะอยู่ในรูปของเหลว โดยมีการผลิตก๊าซออกมาในปริมาณที่น้อย

2. เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตน้ำมัน

เครื่องจักรที่ใช้เป็นต้นแบบในการศึกษานี้มีกำลังการผลิต 1,000 ถึง 2,000 กิโลกรัมต่อวัน ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 380 โวล์ท ขนาด 30 แอมป์ ขนาด ยาว x หนา x สูง คือ 5,600 x 950 x 2,050 มม.

ภาพที่ 2 เครื่องจักรแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องจักรและเวลาเดินเครื่อง

ส่วนประกอบหลัก	เวลาเดินเครื่อง (ชั่วโมง)
ตัวย่อยขยะพลาสติก (Shredder)	2.5
ตัวป้อนและอบขยะที่ย่อยแล้ว (Screw conveyor & heater)	2
ตัวป้อน (Extruder) ขยะเข้าเครื่องปฏิกรณ์	2.5
ตัว Reactor ที่มีประตูรับสำหรับกรณีต้องการผลิตแบบ Manual	12
ส่วนกลั่นและกรอง	-

ผลการวิจัย

1. องค์ประกอบของขยะที่ศึกษา

องค์ประกอบของขยะจะแตกต่างกันตามพื้นที่ รวมถึงฤดูกาลและการศึกษาในครั้งนี้ใช้ข้อมูลองค์ประกอบขยะตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบขยะแยกตามพื้นที่

องค์ประกอบ	เทศบาล (27.75t/d)	นอกเทศบาล (80.77t/d)
เศษอาหาร	72.28%	75.18%
กระดาษ	4.51%	10.26%
พลาสติก	18.56%	10.64%
แก้ว	1.61%	0.94%
โลหะ	0.57%	0.46%
ยาง/หนัง	0.04%	0%
ผ้า	1.12%	1.39%
ไม้/ใบไม้	0.12%	0%
อื่นๆ	1.19%	1.13%

2. ภาพเหตุการณ์ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์

ขยะที่สนใจศึกษาในครั้งนี้ คือ พลาสติกและยางรถยนต์ที่ใช้แล้ว F โดยนำมาพัฒนาเป็นภาพเหตุการณ์ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย 1) กรณีฐาน (Business as Usual: BAU) ได้แก่ ขยะที่มีมูลค่าได้จากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล 2) กรณีของขยะที่ไม่มีมูลค่า และ 3) กรณีที่ต้องจัดซื้อขยะพลาสติกจากแหล่งภายนอก

2.1 ขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล เป็นกรณีที่ขยะได้มาจากการจัดการของเทศบาลเอง โดยขยะที่รับจัดการมาจาก 2 ส่วน คือ ขยะทั้งของตนเอง และขยะจากเทศบาลอื่นซึ่งไม่มีศักยภาพและความพร้อมในการจัดการ โดยในแต่ละวันจะรับขยะของตนเองประมาณ 27.75 ตันต่อวัน และนอกเทศบาล 80.77 ตันต่อวัน โดยทางเทศบาลจะได้รับค่าธรรมเนียมสำหรับการเก็บขนและการกำจัดจากทั้ง 2 พื้นที่ โดยองค์ประกอบของขยะทั้ง 2 พื้นที่จะแตกต่างกัน

ดังแสดงในตารางที่ 1 ขยะที่รวบรวมมาจะถูกนำไปคัดแยก ซึ่งกระบวนการนี้จะมีรายได้จากการขายขยะที่สามารถรีไซเคิลได้ จากนั้นนำไปกำจัดโดยการฝังกลบ ขยะที่นำมาใช้วิเคราะห์ในครั้งนี้คือ ขยะเก่าที่ขุดมาจากบ่อขยะฝังกลบ จากนั้นนำมาล้างเพื่อรอเข้ากระบวนการต่อไป

2.2 ขยะที่ไม่มีมูลค่าขยะ เป็นขยะได้มาโดยไม่มีค่าใช้จ่ายจากมูลค่าของขยะที่ได้จากแหล่งของเทศบาล โดยมักจะเป็นบ่อขยะเก่าแต่จะมีค่าใช้จ่ายในการขุดและการขนส่ง

2.3 ขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก เป็นขยะผ่านกระบวนการคัดแยกเฉพาะที่เป็นพลาสติกและอาจมีการทำความสะอาดเพื่อเตรียมการนำกลับมาใช้ใหม่ ขยะประเภทนี้มีมูลค่าของพลาสติกจำหน่ายกันโดยทั่วไป โดยรวมค่าขนส่งไว้ในราคาจำหน่ายแล้ว

3. รายละเอียดของการคำนวณ [5-6]

คำนวณภายใต้ระยะเวลาโครงการ 15 ปี คำนวณเงินลงทุนจากค่าซื้อเครื่องจักรและค่าก่อสร้างโรงงาน โดยอัตราส่วนการกู้เงินกับธนาคาร : เงินทุนตัวเอง อยู่ที่ 1:1 อัตราดอกเบี้ย MLR 6.75% คืนเงินภายใน 7 งวด รายได้เพิ่มขึ้นในอัตรา 3% ทุกปี ต้นทุนการผลิตและบริหารเพิ่มขึ้นในอัตรา 3% ทุกปี ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตรา 5% ทุกปี คิดผลตอบแทนผู้ถือหุ้น 15% ภาษีเงินได้นิติบุคคล 30%

3.1 ต้นทุนการผลิต ข้อมูลต้นทุนการผลิตที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ประกอบการในประเทศไทย โดยคำนวณจากกำลังการผลิตต่อวันคือ 10 ตัน คิดค่าเช่าที่ดิน ซึ่งโรงงานนี้ใช้พื้นที่ 150 ตารางเมตร ค่าเช่าตารางเมตรละ 30 บาทต่อเดือน ค่าอุปกรณ์ 50,000 บาทต่อเดือน ค่าบำรุงรักษาคิดที่ 0.8% ของเงินลงทุน ค่าแรงงานคิดที่วันละ 300 บาทต่อคน โดยในสายการผลิต 2 คน คนแยกขยะ 3 คน ค่าไฟฟ้าคำนวณจากจำนวนชั่วโมงการทำงานคือ วันละ 12 ชั่วโมง ทำงานอาทิตย์ละ 5 วัน

3.2 ต้นทุนการบริหาร คิดเฉพาะเงินเดือนของพนักงานและผู้บริหาร โดยมีพนักงาน 2 คน เงินเดือน 25,000 บาทต่อเดือน และผู้บริหาร 2 คน คนละ 100,000 บาทต่อเดือน

3.3 รายได้ รายได้จากการขายน้ำมัน ขายขยะรีไซเคิล และค่าธรรมเนียมจากการขนเก็บขยะและการกำจัดขยะ โดยราคาขายของน้ำมันแบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีขายที่ 20 บาทต่อลิตร โดยรัฐบาลสนับสนุน 18 บาท และกรณีที่ขายในราคา 25 บาทต่อลิตร และรัฐบาลไม่สนับสนุน

ตารางที่ 3 รายละเอียดการลงทุนแปรรูปขยะพลาสติกเป็นน้ำมัน

รายการ	มูลค่า
เงินลงทุน	
- ค่าเครื่องจักร	14,000,000 บาท
- ค่าก่อสร้าง	10,000,000 บาท
ต้นทุนการผลิต	**เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี**
- ค่าเช่าที่ดิน (ตารางเมตรละ 150 บาท)	22,500 บาท
- ค่าวัตถุดิบ[C]	5,000 บาท/ตัน
- ค่าอุปกรณ์	50,000 บาท/เดือน
- ค่าบำรุงรักษา	0.8% ของเงินลงทุน/เดือน
- ค่าไฟฟ้า (เพิ่มขึ้น 5% ทุกปี)	15,000 บาท/เดือน
- ค่าน้ำ	4,000 บาท/เดือน
- ค่าแรงงานสายการผลิต (2 คน)	300 บาท/คน/วัน
- ค่าแรงงานคัดแยกขยะ (3 คน)[A, B]	300 บาท/คน/วัน
- ค่าขนส่งวัตถุดิบ (ครั้งละ 10 ตัน)[C]	10,000 บาท/ครั้ง
- ค่าเก็บขนขยะ[A]	650 บาท/ตัน
- ค่ากำจัดขยะ[A]	160 บาท/ตัน
- ค่าขุดขยะ[A, B]	150 บาท/ตัน
ต้นทุนการบริหาร	**เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี**
- ผู้บริหาร (2 คน)	100,000 บาท/คน/เดือน
- พนักงาน (2 คน)	25,000 บาท/คน/เดือน
รายได้	**เพิ่มขึ้น 3% ทุกปี**
- รายได้จากการขายน้ำมัน	2, 25, IRR = 0% บาท/ลิตร
- ค่าสนับสนุนจากภาครัฐ (Adder)	18, 0 บาท/ลิตร
- รายได้จากการขายขยะรีไซเคิล[A]	3.75 บาท/กิโลกรัม
- ค่าธรรมเนียม[A]	370 บาท/ตันขยะ
ระยะเวลาโครงการ	15 ปี
อัตราดอกเบี้ย MLR ต่อปี	6.75%
เงินคืนระหว่างงวด	7 ปี
อัตราเงินกู้:เงินทุน	1:1
ผลตอบแทนผู้ถือหุ้น	15%
กำลังการผลิต 12 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานอาทิตย์ละ 5 วัน	10 ตันต่อวัน
ภาษีเงินได้นิติบุคคล	30%
ปริมาณน้ำมันที่ผลิตได้ต่อตันขยะ	60%

[A] กรณีขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล (BAU scenario)

[B] กรณีขยะที่ไม่มีมูลค่า

[C] กรณีที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก

สรุปและอภิปรายผล

เปรียบเทียบผลตอบแทนโครงการ 3 กรณี คือ 1) ขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล (BAU scenario) 2) ขยะที่ไม่มีมูลค่า และ 3) ขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก ซึ่งในแต่ละกรณีมีการกำหนดราคาขายที่แตกต่างกันคือ กรณีแรกกำหนดราคาขายที่ 20 บาทต่อลิตร โดยมีรัฐบาลสนับสนุน 18 บาทต่อลิตร กรณีที่ 2 กำหนดราคาขาย 25 บาทต่อลิตรและรัฐบาลไม่ให้เงินสนับสนุน และกรณีสุดท้ายคือหาราคาขายที่ทำให้ผลตอบแทนโครงการทีค่าเท่ากับ 0 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์แสดงดังตารางที่ 4

จากผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า ผลตอบแทนโครงการจะสูงสุดเมื่อวัตถุดิบที่นำมาแปรรูปคือ ขยะที่ไม่มีมูลค่า หรือที่ได้มาโดยไม่ต้องเสียเงิน เนื่องจากต้นทุนที่มีน้ำหนักมากที่สุดมาจากค่าวัตถุดิบ แต่ถ้าผู้ประกอบการสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่งและการขุดขยะจากบ่อขยะเก่า จะสามารถช่วยลดต้นทุนของแรงงานที่ใช้ในการแยกขยะและขั้นตอนการทำความสะอาด

ผลตอบแทนรองลงมาคือ ขยะที่มาจากการจัดการของเทศบาล เนื่องจากกรณีดังกล่าวไม่มีต้นทุนของค่าวัตถุดิบเหมือนกรณีขยะที่ไม่มีมูลค่า นอกจากนี้มีรายได้จากค่าธรรมเนียมของการจัดการขยะและการขายขยะรีไซเคิลจากขยะของเทศบาลเองและขยะจากเทศบาลอื่น คิดเป็นมูลค่ามากกว่า 50% ของรายได้ทั้งหมด แต่กรณีนี้ต้องคิดค่าต้นทุนการผลิตที่เกี่ยวกับการจัดการขยะที่เพิ่มเข้ามามากถึง 80% ของต้นทุนการผลิต ดังนั้นเมื่อคำนวณรายได้และรายจ่ายที่เพิ่มเข้ามาทำให้ผลตอบแทนน้อยกว่ากรณีของขยะที่ไม่มีมูลค่า

กรณีที่ให้ผลตอบแทนต่ำที่สุดคือ ขยะที่ต้องไปซื้อมา เพราะค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการซื้อวัตถุดิบมีน้ำหนักมากกว่าต้นทุนอื่นๆ อีกทั้งกรณีดังกล่าวมีรายได้ทางเดียวคือ รายได้จากการขายน้ำมัน

ดังนั้นหากผู้ประกอบการต้องการลดต้นทุนการผลิต ควรมุ่งประเด็นไปที่ค่าวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ และควรหารายได้จากผลพลอยได้ของธุรกิจการแปรรูปขยะเป็นน้ำมัน เช่น การขายเศษขยะที่มีค่า การขายก๊าซ เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการส่งเสริมให้ประชาชนเห็นความสำคัญของการคัดแยกขยะ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตของการจ้างแรงงานคัดแยกขยะและขั้นตอนการทำความสะอาดขยะ

ในส่วนของการสนับสนุนราคาขายของน้ำมันที่ได้จากการแปรรูปของภาครัฐนั้นจากงานวิจัยนี้ กำหนดไว้ที่ 18 บาทต่อลิตร เทียบกับกรณีที่ไม่ได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐพบว่า ราคาดังกล่าวมากกว่าราคาทุนของกรณีที่ต้องซื้อขยะเองประมาณ 0.90 บาทต่อลิตร ซึ่งผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่ในบางครั้งที่ขยะทีปริมาณน้อย ราคาขยะจะแพงขึ้นประมาณ 5-10% ดังนั้นราคาที่ทางภาครัฐสนับสนุน 18 บาทต่อลิตร อาจจะได้รายได้เท่ากับต้นทุนหรือได้กำไรเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ทั้ง 3 กรณี

รายการ	ขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในของเทศบาล (BAU scenario)			ขยะที่ไม่มีมูลค่า			ขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก		
ราคาขาย (บาท)	20.00	25.00	11.82	20.00	25.00	11.30	20.00	25.00	17.10
มูลค่าที่รัฐบาลสนับสนุน (บาท)	18.00	ไม่สนับสนุน		18.00	ไม่สนับสนุน		18.00	ไม่สนับสนุน	
ผลตอบแทนโครงการ (IRR)	35.6%	52.9%	0%	36.0%	53.4%	0%	31.5%	47.5%	0%
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)	$4.75x10^7$	$8.39x10^7$	$-1.21x10^7$	$4.78x10^7$	$8.42x10^7$	$-1.22x10^7$	$4.36x10^7$	$8.00x10^7$	$-1.21x10^7$

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์พบว่า กรณีวัตถุดิบคือขยะที่ไม่มีมูลค่า ให้ผลตอบแทนสูงที่สุด รองลงมาคือขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในเทศบาล (BAU scenario) และน้อยที่สุดคือ ขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก และทุกกรณีจะได้ผลตอบแทนสูงสุดเมื่อราคาขายน้ำมันต่อลิตรคือ 25 บาท และเมื่อหาราคาขายที่เท่ากับต้นทุนพบว่า IRR=0 เมื่อ ขายน้ำมันที่ได้จากขยะที่ไม่มีมูลค่าในราคา 11.30 บาท น้ำมันที่ได้จากขยะที่มีมูลค่าจากการบริหารจัดการภายในเทศบาล 11.82 บาทต่อลิตร และ 17.10 บาทต่อลิตรสำหรับน้ำมันที่ได้มาจากขยะที่ต้องจัดซื้อจากแหล่งภายนอก

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2553). *ข้อมูลพลังงาน.* ม.ป.ท.: ศูนย์พยากรณ์และสารสนเทศพลังงานกระทรวงพลังงาน.

[2] กรมควบคุมมลพิษ. (2553). *สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย 2550.* กรุงเทพฯ: กรมฯ.

[3] ศิริรัตน์ จิตการค้า. (2551). *จากขยะสู่น้ำมัน: เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] วิชชากร จารุศิริ. (2550). การแตกตัวของน้ำมันพืช น้ำมันหล่อลื่น และพอลิพรอพิลีนใช้แล้วด้วยความร้อนเป็นแก๊สโซลีนบนเครื่องปฏิกรณ์แบบต่อเนื่อง. ใน *รายงานวิจัยทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] Singhabhandhu, A. (2010). Prospective framework for collection and exploitation of waste cooking oil as feedstock for energy conversion. *Energy.* 35: 1839-1847.

[6] Singhabhandhu, A. (2010). The waste-to-energy framework for integrated multi-waste utilization: Waste cooking oil, waste lubricating oil, and waste plastics. *Energy.* 35: 2544-2551.