

ภาคผนวก ก
วิธีการคำนวณราคาต้นทุนไบโอดีเซล

1. ฐานการคำนวณและข้อมูลประกอบการคำนวณ

กำหนดฐานการคำนวณของหน่วยผลิต ซึ่งใช้เมล็ดยางพารา 1,000 กิโลกรัม เป็นวัตถุดิบในการผลิตเมทิลเอสเทอร์ เมล็ดยางพาราที่ใช้ประกอบด้วยเปลือกร้อยละ 43 และเนื้อใน ร้อยละ 57 โดยน้ำหนัก และส่วนที่เป็นเนื้อในมีน้ำมันอยู่ร้อยละ 46.83 และความชื้นร้อยละ 3.45 โดยน้ำหนัก

กระบวนการผลิต ประกอบด้วยการกระเทาะเปลือก อบแห้งเนื้อใน ที่อุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (เวลาการทำงานขดลวดเท่ากับ 1.5 ชั่วโมง) การบดย่อยขนาด การสกัดน้ำมันใช้เวลา 3 ชั่วโมง (ประสิทธิภาพการสกัดร้อยละ 80) การเรียกคืนเฮกเซนกลับร้อยละ 99 กระบวนการ transesterification โดยใช้สัดส่วนเชิงโมลของเมทานอลต่อน้ำมัน 12 : 1 และใช้กรดซัลฟิวริกเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ร้อยละ 1 โดยปริมาตรน้ำหนักน้ำมัน ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (กลีเซอรินที่ได้ไม่พิจารณา) การระเหยเมทานอลร้อยละ 99 การล้างน้ำ (ล้าง 5 ครั้ง) การระเหยน้ำ(น้ำร้อยละ 5) ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะของปฏิกิริยา กำหนดให้ร้อยละผลได้ของเมทิลเอสเทอร์ มีค่า 97 และผลผลิตสุดท้าย มีความเป็นเมทิลเอสเทอร์ร้อยละ 92

ข้อมูลราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบและผลพลอยได้ ข้อมูลความถี่จำเพาะ ความจุความร้อนและความร้อนแฝงในการระเหย แสดงดังตารางที่ 27 28 29 และ 30 ตามลำดับ

ตารางที่ 27 ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบและผลพลอยได้

รายการวัตถุดิบ/ผลผลิตพลอยได้	หน่วยนับ	ค่าที่ใช้ในการประเมิน
เมล็ดยางพารา	บาท/กิโลกรัม	3
น้ำมันเมล็ดยางพารา	บาท/ลิตร	10
เฮกเซน	บาท/ลิตร	30.4
เมทานอล	บาท/ลิตร	14.7
กรดซัลฟิวริก	บาท/ลิตร	9.82
น้ำ	บาท/ลบ.เมตร	10
กากเนื้อในเมล็ดยางพารา	บาท/กิโลกรัม	10

ตารางที่ 28 ข้อมูลความถ่วงจำเพาะ

สารเคมี	ความถ่วงจำเพาะ
Hexane	0.72(a)
Methanol	0.79(b)
Sulfuric acid	1.834(c)
Rubber Seed Oil	0.908(d)
Biodiesel	0.88(d)

ที่มา : (a), (b), (c) from Perry (1984)

(d) from this work

ตารางที่ 29 ความจุความร้อน

สารเคมี	ช่วงอุณหภูมิ (°C)	ค่าความจุความร้อน (C_p) kJ/kg-K
Water	30-120	4.20
Hexane	30-70	2.238
Methanol	30-100	2.908
Rubber Seed Oil	30-100	2.048(a)

ที่มา : (a) ค่าความจุความร้อนของน้ำมันถั่วเหลือง อ้างจาก Moreira *et al.*, (1999)

ตารางที่ 30 ความร้อนแฝงในการระเหย

สารเคมี	อุณหภูมิ (°C)	ความร้อนแฝงในการระเหย (kJ/kg)
Hexane	68.74	336.74
Methanol	64.7	1100.31
Water	120	2191.4

ที่มา : Perry (1984)

2. การคำนวณคุณมวลสาร

2.1 คุณมวลสารการสกัดน้ำมัน

สารป้อนเข้า (วัตถุดิบ)	มวล (กิโลกรัม)	สารออก (ผลผลิต)	มวล (กิโลกรัม)
เมล็ดขางพารา	1,000.00	กากเมล็ดขางพารา (น้ำมัน 14.98 %)	344.16
		เปลือกเมล็ดขางพารา	430.00
		ความชื้นจากการอบเนื้อใน	19.67
		น้ำมันเมล็ดขางพาราที่สกัดได้	206.18
เฮกเซน	1,140.00	เฮกเซนที่เรียกคืนได้	1,128.60
เฮกเซนป้อนเข้าใหม่	11.40	เฮกเซนที่สูญเสียในการสกัด	11.40

2.2 คุณมวลสารการผลิตเมทิลเอสเทอร์

สารป้อนเข้า (วัตถุดิบ)	มวล (กิโลกรัม)	สารออก (ผลผลิต)	มวล (กิโลกรัม)
น้ำมันเมล็ดขางพาราที่สกัดได้	206.18	ไบโอดีเซล (ME 92%)	199.99
เมทานอล	89.77	เมทานอลที่เรียกคืนได้	67.32
เมทานอลป้อนเข้าใหม่	22.45	เมทานอลที่สูญเสียในการผลิต	0.68
กรดซัลฟิวริก	3.78	กรดซัลฟิวริก	3.78
น้ำล้างเมทิลเอสเทอร์	199.99	น้ำจากปฏิกิริยาและน้ำทิ้ง	227.95

3. การคำนวณค่าวัตถุดิบ

3.1 ค่าวัตถุดิบการสกัดน้ำมัน

สารป้อนเข้า (วัตถุดิบ)	มวล (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
เมล็ดขางพารา	1,000	3,000
เฮกเซนป้อนใหม่	11.40	481.33
รวม	1,140.00	3,481.33

3.2 ค่าวัตถุดิบการผลิตเมทิลเอสเทอร์

สารป้อนเข้า (วัตถุดิบ)	มวล (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)
น้ำมันที่สกัดได้	206.18	2,273.21
เมทานอลป้อนใหม่	22.45	417.74
กรดซัลฟิวริก	3.78	20.24
น้ำล้างเมทิลเอสเทอร์	199.99	1.99
รวม	432.40	2,713.18

4. การคำนวณพลังงานและค่าพลังงาน

4.1 พลังงานและค่าพลังงานการสกัดน้ำมัน

กระบวนการ	ไฟฟ้า	ความร้อน
กะเทาะเปลือกเมล็ดขางพารา	8.21	
แยกเปลือกเมล็ดขางพารา	17.86	
อบเนื้อในเมล็ดขางพารา		25.92
บดเนื้อในเมล็ดขางพารา	4.10	
สกัดน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดขางพารา	16.42	
เรียกคืนเฮกเซน		604.68
รวม	46.58	630.60
ค่าใช้จ่าย (บาท)	41.93	567.54

4.2 พลังงานและค่าพลังงานการผลิตเมทิลเอสเทอร์

กระบวนการ	ไฟฟ้า	ความร้อน
เปลี่ยนน้ำมันเป็นเอสเทอร์	26.78	63.93
เรียกคืนเมทานอล		113.61
ล้างน้ำ		24.58
ไล่น้ำออกจากเมทิลเอสเทอร์		25.70
รวม	26.78	227.81
ค่าใช้จ่าย (บาท)	24.11	205.03

5. การคำนวณค่าแรงงาน

5.1 ค่าแรงการสกัดน้ำมัน

กระบวนการ	ชั่วโมง-คน
กะเทาะเปลือกเมล็ดข้างพารา	2
แยกเปลือกเมล็ดข้างพารา	4
อบเนื้อในเมล็ดข้างพารา	2
บดเนื้อในเมล็ดข้างพารา	1
สกัดน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดข้างพารา	2
เรียกคืนเฮกเซน	2
รวม	13
ค่าใช้จ่าย (บาท)	433.33

5.2 ค่าแรงการผลิตเมทิลเอสเทอร์

กระบวนการ	ชั่วโมง-คน
เปลี่ยนน้ำมันเป็นเอสเทอร์	4
เรียกคืนเมทานอล	2
ล้างน้ำ	2
ไล่น้ำออกจากเมทิลเอสเทอร์	2
รวม	10
ค่าใช้จ่าย (บาท)	333.33

6. การคำนวณค่าใช้จ่ายรวม

6.1 ค่าใช้จ่ายรวมการสกัดน้ำมัน

รายการค่าใช้จ่าย	บาท	บาท/ลิตร
วัตถุดิบ	3,481.33	15.31
ค่าพลังงาน	609.47	2.68
ค่าแรง	433.33	1.91
กากเนื้อในเมล็ดข้างพาราที่ขายได้	-3,441.55	-15.14
ค่าใช้จ่ายสุทธิ	1,082.58	4.76

6.2 ค่าใช้จ่ายรวมการผลิตเมทิลเอสเตอ์

รายการค่าใช้จ่าย	บาท	บาท/ลิตร
วัตถุดิบ	2,713.18	11.92
ค่าพลังงาน	229.14	1.01
ค่าแรง	333.33	1.47
ค่าใช้จ่ายสุทธิ	3,275.63	14.41