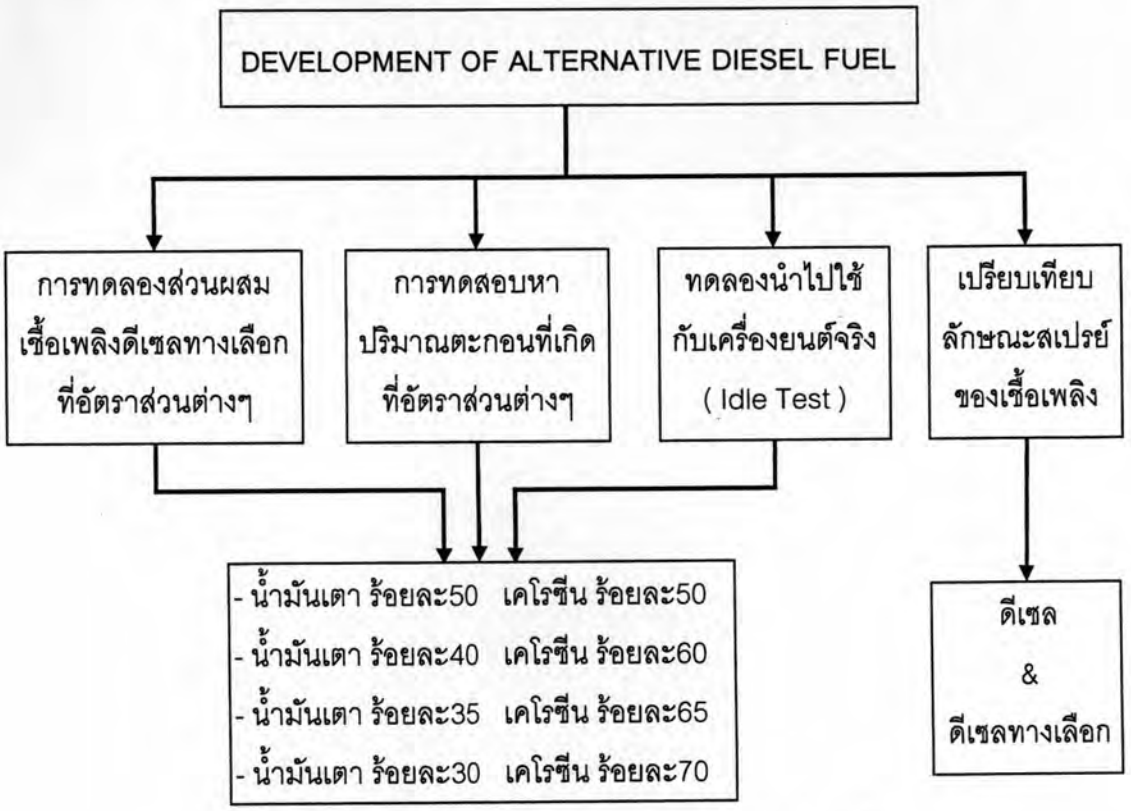
# บทที่ 3

## อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัยสำหรับเชื้อเพลิง

ในการดำเนินงานวิจัยส่วนนี้ จะทำการพัฒนาส่วนผสมของน้ำมันดีเซลทางเลือกที่จะนำไปใช้ โดยแบ่งขั้นตอนการทำวิจัยออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ตามแผนภาพในรูปที่ 3-1




รูปที่ 3-1 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยสำหรับเชื้อเพลิง

ในการพิจารณาส่วนผสมที่จะนำไปใช้ในการทดสอบ ในขั้นต้นเราคำนึงถึงหลักสองข้อคือ สามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้ และความมีเสถียรภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง กล่าวคือเชื้อเพลิงจะต้องสามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้เป็นระยะเวลายาว โดยไม่มีปัญหากับระบบกรองเชื้อเพลิง โดยเราจะทำการพิจารณาจากปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น และนำมาทดลองใช้กับเครื่องยนต์ เพื่อดูผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบกรองเชื้อเพลิง จากแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินวิจัยสำหรับเชื้อเพลิงในรูปที่ 3-1 ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นตอนแรก เป็นการทดลองผสมน้ำมันดีเซลทางเลือกระหว่างเคโรซีนและน้ำมันเตา ในอัตราส่วนผสมต่างๆ เพื่อจะนำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป โดยทดลองอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 70:30 , 60:40 , 50:50 , 40:60 , 35:65 และ 30:70

ขั้นตอนที่สองเป็นการทดสอบหาปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากส่วนผสมที่ได้ในขั้นตอนแรก เนื่องจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่ได้จากการผสมมีสีค่อนข้างดำ ทำให้สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้นยาก จึงใช้วิธีกรองน้ำมันเชื้อเพลิง แล้วสังเกตปริมาณตะกอนที่ตกค้างอยู่บนผ้ากรอง โดยทำการทดสอบหลังจากผสมน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่สามเป็นการทดลองนำน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมต่างๆ มาทดลองใช้กับเครื่องยนต์จริง เพื่อศึกษาถึงผลกระทบเบื้องต้นที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องยนต์โดยเฉพาะระบบกรองเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ โดยทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที โดยไม่มีภาระ เพื่อหาจำนวนวันสูงสุดที่ไม่เกิดปัญหากับระบบกรองเชื้อเพลิง

ขั้นตอนที่สี่เป็นการเปรียบเทียบลักษณะสเปรย์ของเชื้อเพลิง ระหว่างเชื้อเพลิงดีเซล และเชื้อเพลิงดีเซลทางเลือกที่ ได้เลือกอัตราส่วนผสมแล้วจากขั้น ตอนที่1-3

## 3.1 การทดสอบส่วนผสมเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนต่าง ๆ

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองผสมเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 70:30, 60:40 , 50:50 , 40:60 , 35:65 และ 30:70 เพื่อที่จะนำไปพิจารณาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งเชื้อเพลิงมีเสถียรภาพ ไม่เกิดการตกตะกอนภายใน 8 ชั่วโมงหลังจากผสม และสามารถนำไปใช้กับเครื่องยนต์ได้

### 3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมเชื้อเพลิง

#### 3.1.1.1 หม้อต้ม

หม้อต้มที่ใช้ในการอุ่นและผสมน้ำมันเตากับเคโรซีน สามารถปรับตั้งค่าอุณหภูมิได้ ดังรูปที่ 3-2

รูปที่ 3-2 แสดงหม้อต้มที่ใช้ในการทดสอบ

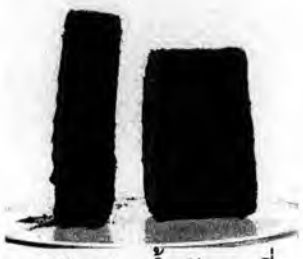
3.1.1.2 **บีกเกอร์ตวง**

บีกเกอร์ตวงใช้เพื่อตวงปริมาณของน้ำมันเตา และเคโรซีน ในการผสมดังรูปที่ 3-3

รูปที่ 3-3 แสดงบีกเกอร์ตวงที่ใช้ขนาด 5,000 ml

3.1.2 **วิธีการผสมเชื้อเพลิง**

วิธีการผสมเชื้อเพลิง ต้องทำให้น้ำมันเตา มีลักษณะเป็นของเหลวและ ไหลเทได้ ซึ่งน้ำมันเตามีจุดไหลเทประมาณ 57 °C นำมาผสมกับ เคโรซีนที่มีจุดวาบไฟประมาณ 59 °C โดยในขั้นแรกก่อนผสมจะต้องอุ่นน้ำมันเตาให้ได้อุณหภูมิ 60 °C ก่อน เนื่องจาก ณ อุณหภูมิห้องน้ำมันเตามีสถานะเป็นของแข็ง ดังรูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 แสดงตัวอย่างน้ำมันเตาที่อุณหภูมิห้อง

เมื่ออุ่นน้ำมันเตาจนเป็นของเหลวแล้ว จึงเริ่มทำการผสมเคโรซีนลงไปตามอัตราส่วนที่ต้องการ ในระหว่างการผสมนั้นจะต้องคนส่วนผสม เพื่อให้ส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันง่ายขึ้น เนื่องจากจุดวาบไฟของเคโรซีนมีค่าประมาณ 59 °C จึงควรใช้อุณหภูมิในการผสมที่ไม่เกิน 60°C ใช้เวลาในการผสมประมาณ 15 นาที แล้วจึงเติมสารเติมแต่ง คุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง ชนิด pour point improver ซึ่งได้แก่ fluzol 2251D ในอัตราส่วน 1,000 ppm เพื่อลดอุณหภูมิจุดไหลเทของเชื้อเพลิง แล้วคนส่วนผสมต่ออีก10นาที จึงเสร็จขั้นตอนการผสม

3.1.3 **การทดสอบเสถียรภาพเบื้องต้น**

เมื่อทำการผสมเสร็จจึงบรรจุใส่ภาชนะ แล้วรอให้ส่วนผสมมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง โดยตั้งทิ้งไว้ประมาณ 8 ชั่วโมง จากนั้นจึง สังเกตการเข้ากันได้ดีของเชื้อเพลิง การไม่แข็งตัว และเสถียรภาพของเชื้อเพลิง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3-1 แล้วจึงนำส่วนผสมมาใช้

ตารางที่ 3-1 แสดงผลการทดสอบเสถียรภาพของเชื้อเพลิงเบื้องต้น

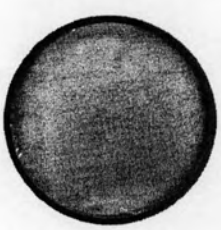
| อัตราส่วนผสม | | การเข้ากันได้ | การแข็งตัว | เสถียรภาพ |
|---|---|---|---|---|
| น้ำมันเตา (ร้อยละ) | เคโรซีน (ร้อยละ) | | | |
| 70 | 30 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 60 | 40 | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน | ไม่ผ่าน |
| 50 | 50 | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |
| 40 | 60 | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |
| 35 | 65 | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |
| 30 | 70 | ผ่าน | ผ่าน | ผ่าน |

### 3.2 การทดสอบหาปริมาณตะกอน

เนื่องจากปริมาณตะกอนในน้ำมันเชื้อเพลิงจะเป็นปัญหากับระบบเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ เราจึงทำการวัดปริมาณตะกอนที่เกิด โดยวิธีการกรองน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมต่างๆ แล้วชั่งน้ำหนักของตะกอนที่เกิดขึ้น เทียบกับ น้ำหนักของเชื้อเพลิง โดยทำการทดสอบเฉพาะส่วนผสมที่ผ่านการทดสอบเสถียรภาพ โดยทำการทดสอบหลังจากผสมน้ำมันเชื้อเพลิงแล้วทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3-2

จากตารางที่ 3-2 พบว่า ที่ส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 50 : 50 มีปริมาณตะกอนมากที่สุด คือ 23% ต่อน้ำหนักทั้งหมดของเชื้อเพลิง และ ที่ส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 30 : 70 มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุดคือ 0.80% ต่อน้ำหนักทั้งหมดของเชื้อเพลิง สรุปได้ว่าปริมาณตะกอนที่เกิด จะแปรตามอัตราส่วนของน้ำมันเตา ในส่วนผสม

ตารางที่ 3-2 แสดงผลการผสมเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมต่างๆ

| อัตราส่วนผสม | ตัวอย่างน้ำมัน | ผ้ากรอง | %น้ำหนักของตะกอน |
|---|---|---|---|
| น้ำมันเตา 50% + เคโรซีน 50% | | | 23.00 % |
| น้ำมันเตา 40% + เคโรซีน 60% | | | 2.26 % |
| น้ำมันเตา 35% + เคโรซีน 65% | | | 1.07 % |
| น้ำมันเตา 30% + เคโรซีน 70% | |  | 0.80 % |

### 3.3 การทดลองใช้กับเครื่องยนต์ ( Idle Test )

ขั้นตอนนี้เป็นการทดลองนำน้ำมันเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมต่างๆ มาใช้กับเครื่องยนต์ เพื่อศึกษาถึงความมีเสถียรภาพของเชื้อเพลิงที่ส่วนผสมต่างๆ ที่จะสามารถใช้กับเครื่องยนต์ได้โดยไม่เกิดปัญหาการอุดตันของระบบเชื้อเพลิง ในการทดสอบ ใช้เครื่องยนต์ KUBOTO ET115 ที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที สภาวะไม่มีภาระ โดยทำการทดลองวันละ 8 ชั่วโมง และทำการบันทึก จำนวนวันที่เครื่องยนต์สามารถใช้งานได้โดยไม่มีปัญหาการอุดตัน ของกรองเชื้อเพลิง แสดงดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการทดลองเชื้อเพลิงที่อัตราส่วนผสมต่างๆมาใช้กับเครื่องยนต์

| อัตราส่วนผสม | | จำนวนวันที่สามารถใช้งานได้ (วัน) |
|---|---|---|
| น้ำมันเตา (ร้อยละ) | เคโรซีน (ร้อยละ) | |
| 50 | 50 | 0 |
| 40 | 60 | 3 |
| 35 | 65 | 7 |
| 30 | 70 | 30 |

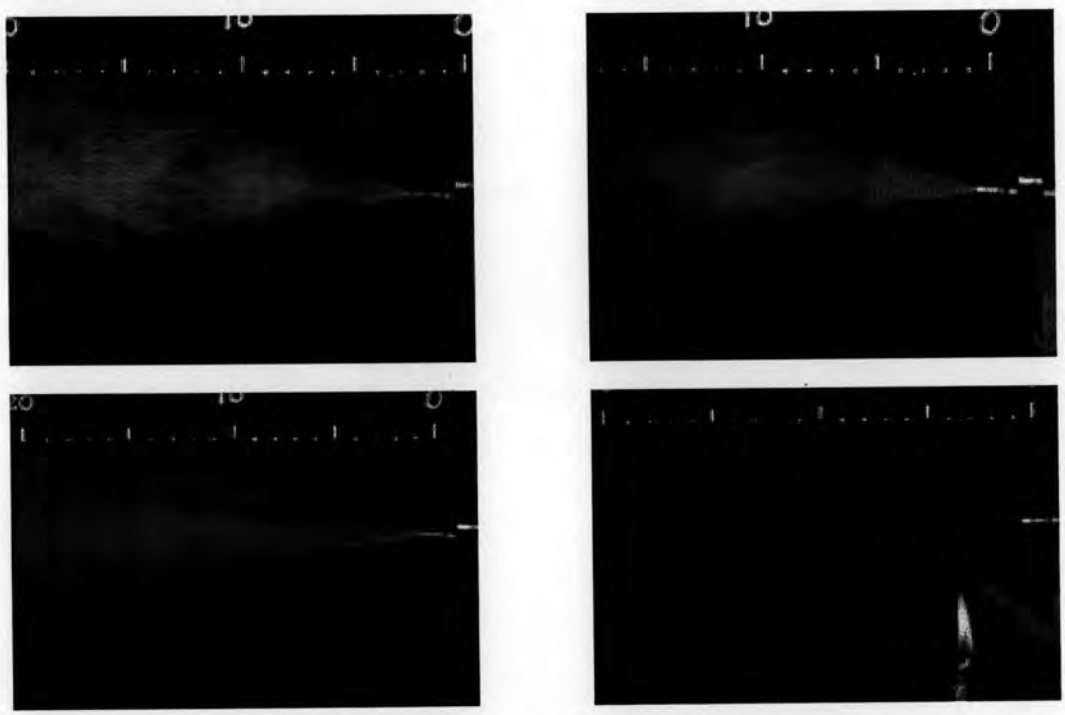
จากการทดลองพบว่าที่อัตราส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 50 : 50 ไม่สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้เนื่องจากเกิดปัญหากรองเชื้อเพลิงอุดตัน คือมีไขและตะกอนเกิดขึ้นเป็นปริมาณมากที่กรองเชื้อเพลิง ทำให้เชื้อเพลิงไม่สามารถผ่านกรองเชื้อเพลิงได้ ดังแสดงในรูปที่ 3-5 ที่ส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่ 35 : 65 และ 40 : 60 พบว่าสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้เพียงในช่วงเวลาสั้น เพราะเกิดปัญหากับกรองเชื้อเพลิงอีกเช่นกัน สำหรับส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีนที่อัตราส่วนผสม 30 : 70 พบว่าสามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ได้ระยะยาว ประมาณ 30 วัน

รูปที่ 3-5 แสดงกรองเชื้อเพลิงใหม่(ซ้าย) และกรองเชื้อเพลิงที่อุดตัน(ขวา)

จากผลการทดลองที่ได้ จึงเลือกนำน้ำมันเชื้อเพลิงมาใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีอัตราส่วนผสมน้ำมันเตาต่อเคโรซีน 30 : 70 เนื่องจากเป็นอัตราส่วนผสมที่มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุด และมีเสถียรภาพมากที่สุด เมื่อเทียบกับอัตราส่วนอื่น โดยในที่นี้ จะเรียกน้ำมันเตาและเคโรซีนที่อัตราส่วนผสมนี้ว่า น้ำมันดีเซลทางเลือก

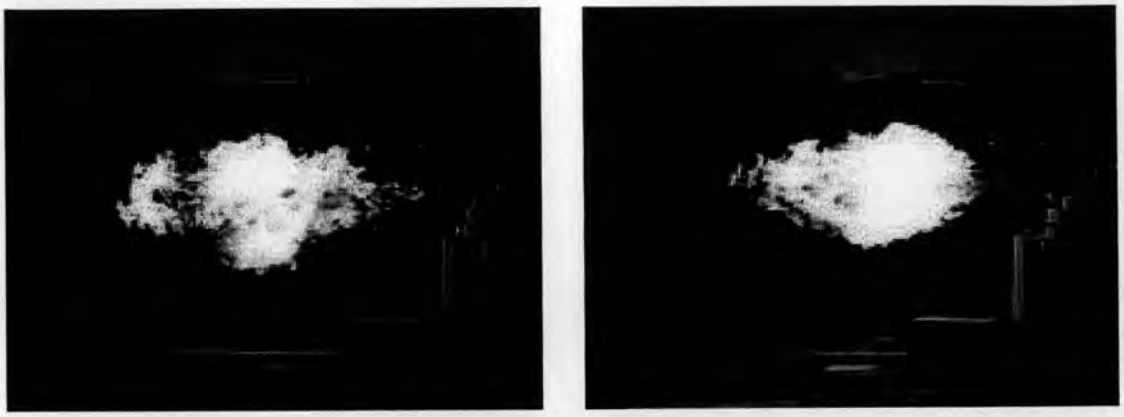
## 3.4 เปรียบเทียบลักษณะสเปรย์ของน้ำมันเชื้อเพลิง

การทดสอบเพื่อประเมินศักยภาพในการนำไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล ในเบื้องต้นจะทำการเปรียบเทียบลักษณะสเปรย์ของน้ำมันดีเซลทางเลือก เทียบกับน้ำมันดีเซล เพื่อศึกษาลักษณะรูปร่างของสเปรย์ แสดงดังรูปที่ 3-6 และศึกษาลักษณะการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซลทางเลือกเทียบกับน้ำมันดีเซล แสดงดังรูปที่ 3-7



รูปที่ 3-6 แสดงภาพถ่ายของสเปรย์จากหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล KUBOTA รุ่น ET115
ภาพซ้ายเมื่อใช้น้ำมันดีเซล และ ภาพขวาเมื่อใช้น้ำมันดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 3-6 แสดงให้เห็นว่ารูปร่างสเปรย์ของน้ำมันดีเซลทางเลือก มีลักษณะคล้ายกับสเปรย์ของน้ำมันดีเซล



รูปที่ 3-7 แสดงภาพถ่ายลักษณะการเผาไหม้ของสเปรย์จากหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล KUBOTA รุ่น ET115 ภาพซ้ายเมื่อใช้น้ำมันดีเซล และ ภาพขวาเมื่อใช้น้ำมันดีเซลทางเลือก

จากรูปที่ 3-7 แสดงให้เห็นว่าน้ำมันดีเซลทางเลือกสามารถเกิดการเผาไหม้ในลักษณะที่ไม่ต่างจากน้ำมันดีเซล

รูปแบบการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์นั้นจะใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 2 ชนิดคือ น้ำมันดีเซลและน้ำมันดีเซลทางเลือก เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างเชื้อเพลิงทั้งสองชนิด โดยคุณสมบัติบางประการของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดแสดงดังตารางที่ 3-4

สำหรับการทดสอบความทนทาน จะใช้น้ำมันดีเซลทางเลือกเพียงชนิดเดียวเพื่อศึกษาถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้น้ำมันดีเซลทางเลือก

ตารางที่ 3-4 แสดงคุณสมบัติของน้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลทางเลือก น้ำมันเตา และเคโรซีน

| Properties | Test Method | Diesel Spec | Diesel [10] | Alternative Diesel [11] | Fuel Oil [12] | IK [13] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| API@60/60 °F | ASTM D1298 | | - | 36.7 | 27.5 | 43.4 |
| Density @ 15 °C,kg/l | ASTM D4052 | | 0.8370 | 0.8411 | 0.8892 | 0.8086 |
| Flash Point, °C | ASTM D93 | 52min. | 61 | 65 | >100 | 59 |
| Sulfer content,ppm | ASTM D4294 | | 296 | 504 | 1182 | - |
| Pour point , °C | ASTM D97 | 10max | 7 | 7 | 57.0 | - |
| Color, ASTM | ASTM D1500 | | 1.0 | >8 | - | - |
| Kinematic Viscosity @ 40 °C,cst | ASTM D445 | 1.8-4.1 | 2.199 | 3.785 | 14.7 | - |
| Heating Value ,MJ/kg | | 44.50min | 45.560 | 44.664 | 43.955 | 48.202 |