

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1 เรื่อง

การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ

THE STUDY OF THE EXTRACTION OF CURCAS SEED OIL

ชุดโครงการวิจัย เรื่อง

การใช้สบู่ดำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทน

A USE OF CURCAS SEED AND CURCAS OIL AS ALTERNATIVE
FUELS

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชยาภาส

ทับทอง

หัวหน้าโครงการ

อาจารย์ วัชระ เวียงแก้ว

ผู้ร่วมโครงการ

พฤษภาคม 2551

14 ต.ค. 2552

สัญญาเลขที่ 006/2550

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการย่อยที่ 1 เรื่อง “การศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ”
THE STUDY OF THE EXTRACTION OF CURCAS SEED OIL

ชุดโครงการวิจัย เรื่อง “การใช้สบู่ดำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทน”
A USE OF CURCAS SEED AND CURCAS OIL AS ALTERNATIVE FUELS

คณะผู้วิจัย

1. นายชยาภาส ทับทอง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. นายวัชร เวียงแก้ว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการบีบอัดโดยใช้ระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Press) เพื่อหาวิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการสกัดที่ทำให้ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดต่อน้ำหนักเมล็ดสบู่ดำ 1 กิโลกรัม จากวิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนสกัด 3 วิธี คือ การตากแดดเป็นเวลา 1 วัน การอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง และการนึ่งเป็นเวลา 10 นาที 30 นาที และ 1 ชั่วโมง พบว่ากระบวนการเตรียมเมล็ดสบู่ดำที่ดีที่สุดคือวิธีการตากแดดก่อนสกัดน้ำมันด้วยเครื่องบีบระบบไฮดรอลิกโดยใช้ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรซึ่งให้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดคือ 126 มิลลิลิตร มีค่าความหนาแน่น 0.9064 กรัมต่อมิลลิลิตร ความหนืด 75.42 เซนติสโตกส์ จุดวาบไฟ 274.7 องศาเซลเซียส จุดไหลเท -12 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนของการเผาไหม้ 43109 จูลต่อกรัม

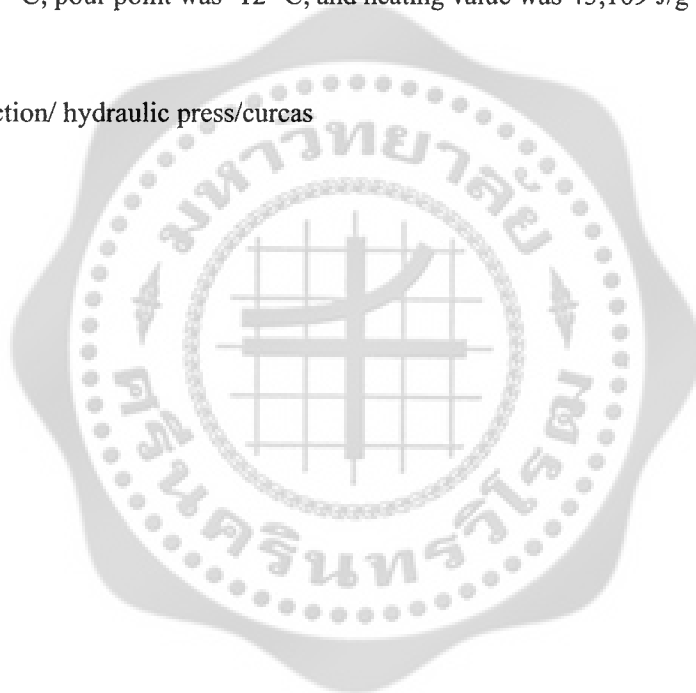
คำสำคัญ: การสกัดน้ำมัน/ การบีบอัดระบบไฮดรอลิก/ น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ/ ดีเซลชีวภาพ



ABSTRACT

The objective of this work to study the process of oil extraction from curcas seeds using hydraulic press. The methods of material preparation were studied maximum production of oil. The three methods; 1) basking seeds to the sunlight for 1 day and 1 hour after roughly grinding them, 2) baking seeds at 100 °C for 1, 2, and 3 hours, and 3) using steam treatment for 10, 30 minutes, and 1 hour. Basking the seeds and pressing with hydraulic system at the pressure of 200 kg/cm² was the best process to prepare the jatropha curcas seeds. The maximum amount of oil extracted by this process was 126 ml., density was 0.9064 g/ml, viscosity was 75.42 centistokes, flash point was 274.7 °C, pour point was -12 °C, and heating value was 43,109 J/g

Key words: oil extraction/ hydraulic press/curcas



ประกาศคุณูปการ

โครงการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในชุดโครงการเรื่อง“การใช้สบู่ดำเพื่อเป็นเชื้อเพลิงทดแทน”
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2550
และผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย



สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
ประกาศคุณูปการ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.6 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง	4
1.7 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสบู่ดำ	5
2.2 ความเป็นมาของสบู่ดำ	5
2.3 ประวัติสบู่ดำในประเทศไทย	5
2.4 ลักษณะของสบู่ดำ	6
2.5 ประโยชน์ของสบู่ดำ	6
2.6 ความหมายของน้ำมัน	8
2.7 กระบวนการผลิตน้ำมันพืช	8
2.8 การสกัดน้ำมันพืชดิบ	9
2.9 การแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำมัน	10
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	12
3.1 วัสดุและสารเคมี	12
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	12
3.3 เครื่องมือวิเคราะห์	12
3.4 วิธีการทดลอง	13
3.4.1 การตากแดด	13
3.4.2 การอบ	13
3.4.3 การนึ่ง	14
3.5 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ	15
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	16
4.1 การศึกษาสัดส่วนปริมาณเนื้อในเมล็ดสบู่ดำ	16
4.2 การศึกษาผลของการเตรียมเมล็ดด้วยวิธีต่างๆต่อปริมาณน้ำมันที่บีบได้	17
4.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ	20
4.3.1 ความหนาแน่น	20
4.3.2 ความหนืด	21
4.3.3 จุดวาบไฟ	22
4.3.4 จุดไหลเท	22
4.3.5 ค่าความร้อนการเผาไหม้	23
4.4 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผลการทดลอง	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	
ก ข้อมูลการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ	28
ข ข้อมูลการทดสอบสมบัติของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
ค วิธีการทดสอบสมบัติของน้ำมัน	32
ง ตัวอย่างการคำนวณ	40
จ แบบเครื่องอัดน้ำมันสปูค่า	44
ประวัติผู้วิจัย	54



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่	
2.1	สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบู่ดำ	6
4.1	ผลการศึกษาสัดส่วนน้ำหนักเนื้อในเมล็ดสบู่ดำ	16
4.2	การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดยวิธีการตากแดด	23
ภาคผนวก		
ก1	ข้อมูลดิบการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ	27
ข1	ข้อมูลดิบการทดสอบหาค่าความหนืดของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	28
ข2	ข้อมูลดิบการทดสอบหาค่าจุดควบไฟของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ	29
ข3	ข้อมูลดิบการทดสอบหาค่าจุดไหลเทของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ	30
ข4	ข้อมูลดิบการทดสอบค่าความร้อนจากการเผาไหม้ของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ	31

สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
3.1 เครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก	12
3.2 ชุดหม้อไอน้ำและเตาแม่เหล็กให้ความร้อนสำหรับนึ่งเมล็ดสบูดำ	14
4.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดสบูดำ	15
4.2 น้ำมันเมล็ดสบูดำที่ได้จากการบีบ โดยการเตรียมเมล็ดสบูดำด้วยวิธีต่างๆ	17
4.3 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	18
4.4 สัดส่วนน้ำมันต่อเนื้อในเมล็ดสบูดำ	18
4.5 การบีบน้ำมันเมล็ดสบูดำโดยวิธีการนึ่งก่อน 1 ชั่วโมง	19
4.6 การบีบน้ำมันเมล็ดสบูดำโดยวิธีการอื่น	19
4.7 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	20
4.8 กราฟแสดงค่าความหนืดของน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	20
4.9 กราฟแสดงจุดควบไพบของน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	21
4.10 กราฟแสดงจุดไหลเทของน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	22
4.11 กราฟแสดงค่าความร้อนการเผาไหม้ของน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี	22
ภาคผนวก	
ค1 อุปกรณ์สำหรับหาจุดควบไพบแบบ Pensky Marten Closed Cup	33
ค2 วิธีการทดลองหาจุดควบไพบ	34
ค3 วิธีการทดลองหาจุดไหลเท	36

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ASTM	มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา	-
V_d	ความหนืดทางพลศาสตร์	เซนติพอยส์
V_k	ความหนืดทางจลนศาสตร์	เซนติสโตกส์
SG	ค่าความถ่วงจำเพาะ	-
W	สมมูลย์ความร้อนของแคลอรีมิเตอร์	เมกกะจูลต่อองศาเซลเซียส
Q	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ของกรดเบนโซอิก มาตรฐาน	เมกกะจูลต่อกรัม
Q_g	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้รวมที่ปริมาตรคงที่	เมกกะจูลต่อกิโลกรัม
G	น้ำหนักของสารตัวอย่าง	กรัม
E_1	ตัวปรับแก้สำหรับความร้อนของการเกิดไนตริก	เมกกะจูล
E_2	ตัวปรับแก้สำหรับความร้อนของการเกิดซัลฟูริก	เมกกะจูล
E_3	ตัวปรับแก้สำหรับความร้อนของการเผาไหม้ลวด ฟิวส์และเส้นด้าย	เมกกะจูล
E_4	ตัวปรับแก้สำหรับความร้อนของการเผาไหม้ของ ผลการเปลี่ยนแปลงความดันหรือปริมาตรของลูก บอมบ์และส่วนประกอบของน้ำมัน	เมกกะจูล
ΔT	อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้รับการแก้ไขแล้ว	องศาเซลเซียส

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำมันดีเซลเพิ่มขึ้นมาก โดยจากสถิติในปี 2543 มีการนำเข้าน้ำมันดิบสูงถึงวันละ 674,978 บาเรลต่อวัน ซึ่งสามารถคิดเป็นมูลค่าถึง 285,862 ล้านบาท และเนื่องจากสาเหตุภาวะราคาน้ำมันที่ผันผวนจึงทำให้หลายประเทศได้รับความเดือดร้อน ดังนั้นจึงได้มีแนวความคิดหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนเพื่อเป็นการผ่อนคลายปัญหาที่เกิดขึ้น และทำให้มีการพัฒนาใช้ประโยชน์จากผลิตผลการเกษตรในรูปแบบต่างๆ เช่น การผลิตแก๊สโซฮอล ตลอดจนการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพหรือน้ำมันดีเซลชีวภาพ ทั้งนี้เพื่อเป็นการนำทรัพยากรมาใช้ประโยชน์อย่างมีค่าเพื่อเป็นการรักษาเงินตราภายในประเทศ และสร้างความมั่นคงให้แก่ประเทศชาติ สำหรับประเทศไทยซึ่งนับได้ว่าเป็นประเทศทางกสิกรรม ซึ่งจะเป็นการเอื้อต่อการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพเป็นอย่างยิ่ง โดยพืชหลายชนิด ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพได้นั้น เช่น ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ปาล์ม เมล็ดยางพารา เมล็ดฝ้าย ละหุ่ง ถั่วลิสง ป่าน ปอ ทานตะวัน ดอกคำฝอย ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นกับปริมาณการผลิตพืชในแต่ละท้องถิ่นมากน้อยแตกต่างกันไป

เนื่องจากน้ำมันดีเซลชีวภาพเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีความปลอดภัยสูง เป็นสารที่ไม่ติดไฟง่าย จึงไม่จำเป็นต้องมีการติดฉลากเป็นวัตถุอันตรายในการเก็บรักษา และการขนส่ง โดยได้รับการยอมรับจากองค์การ NFPA ของประเทศสหรัฐอเมริกา รวมทั้งคุณสมบัติที่ดีของน้ำมันดีเซลชีวภาพซึ่งมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าน้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันดีเซลชีวภาพจึงเป็นที่นิยมใช้ในสภาพแวดล้อมที่ต้องการความบริสุทธิ์ เช่น พื้นที่บริเวณปากน้ำ ทะเลสาบ แม่น้ำ และสวนสาธารณะ โดยเฉพาะในธุรกิจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมทางทะเลต่างๆ ซึ่งได้แก่ เรือเดินสมุทร เรือสำราญ ซึ่งใช้น้ำมันมากถึง 95 ล้านแกลลอนต่อปี

สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพจากน้ำมันถั่วลิสง น้ำมันเมล็ดสบู่ดำ น้ำมันมะพร้าว และน้ำมันปาล์ม รวมถึงประสิทธิภาพในการนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงกันมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยคณะผู้วิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) แต่ก็เป็นที่น่าเสียดายที่ไม่ได้มีโอกาสทางการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะขาดงบประมาณสนับสนุน จนกระทั่งปัจจุบันนี้ จากการศึกษาที่เกือบทุกประเทศทั่วโลกต้องประสบกับภาวะเศรษฐกิจ ประกอบกับน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาแพงขึ้นกว่าเดิมมาก จึงทำให้เกิดความตื่นตัวในการค้นคว้าหาแหล่งพลังงานทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันดีเซลชีวภาพจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่ได้รับความสนใจศึกษา เพื่อการผลิตเป็น

พลังงานทดแทนใช้ภายในประเทศ แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตพืชที่สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำมันได้หลายชนิดก็ตาม แต่ปริมาณการผลิตพืชเหล่านี้มักจะไม่มีควมสม่ำเสมอ มีผลให้การกำหนดราคาผลผลิตเป็นไปได้ยาก เพราะมีความผันแปรและไม่แน่นอนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นภาครัฐจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดนโยบาย และจัดทำแผนแม่บทกำหนดทิศทางการใช้พลังงานทดแทนจากน้ำมันพืชอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดพื้นที่ปลูกพืชเพื่อผลิตน้ำมัน ความต้องการใช้ในการบริโภค การผลิต และการตลาดเพื่อศึกษาภาพในการพัฒนาการใช้พลังงานทดแทน อย่างมีประสิทธิภาพ น้ำมันดีเซลชีวภาพเป็นสารประเภทโมโนแอลคิลเอสเทอร์ (Mono Alkyl Esters) ที่ผลิตได้จากน้ำมันพืช และไขมันจากสัตว์ มีคุณสมบัติเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงประเภทดีเซล เช่นเดียวกับน้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันดีเซลชีวภาพถูกผลิตขึ้นโดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า ทรานส์เอสเตอริฟิเคชัน (Transesterification) โดยการนำน้ำมันพืช หรือไขมันจากสัตว์ มาผ่านการกรองก่อนที่จะถูกนำไปทำปฏิกิริยากับด่างเพื่อกำจัดอนุภาคไขมันอิสระ แล้วจึงผสมรวมกับเมทานอล (Methanol) และ โซเดียมหรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Sodium / Potassium Hydroxide) ที่เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาให้สารไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ในน้ำมันถูกเปลี่ยนเป็นสารประเภทเอสเทอร์ (Esters) และ กลีเซอริน (Glycerine) และเมื่อกลีเซอรินถูกแยกออกจากน้ำมันพืชแล้ว โมเลกุลที่เหลือจะมีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำมันปิโตรเลียม จะต่างกับที่โมเลกุลของน้ำมันดีเซลชีวภาพเป็นกลุ่มของไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) ที่ปลอดจากกำมะถัน หรือองค์ประกอบที่ซับซ้อนอื่นๆ น้ำมันพืชชนิดต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตน้ำมันน้ำมันดีเซลชีวภาพได้นั้นสามารถสกัดได้จากพืชหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ปาล์ม เมล็ดคางพารา เมล็ดฝ้าย ละหุ่ง ถั่วลิสง ป่าน ปอ ทานตะวัน ดอกคำฝอย ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตพืชในแต่ละท้องถิ่นมากน้อยแตกต่างกันไป

น้ำมันดีเซลชีวภาพสามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงให้กับเครื่องยนต์ดีเซลทุกประเภท เช่น รถยนต์โดยสารประจำทาง รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ ฯลฯ โดยไม่ต้องมีการดัดแปลงหรือปรับแต่งเครื่องยนต์ใหม่ อีกทั้งยังมีคุณสมบัติที่ช่วยให้เครื่องยนต์สะอาด และมีอายุการใช้งานได้นาน ในประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และยุโรปได้มีการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันดีเซลชีวภาพกันอย่างกว้างขวาง ทั้งโดยหน่วยงานของภาครัฐ มหาวิทยาลัย และบริษัทเอกชน ทั้งนี้เป้าหมายในการส่งเสริมการผลิตน้ำมันดีเซลชีวภาพนั้น มิใช่เพื่อการนำมาใช้ทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม แต่เป็นการยืดเวลาของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ให้มีน้ำมันเชื้อเพลิงใช้ได้นานขึ้น จากการนำน้ำมันดีเซลชีวภาพมาผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง ในอัตราส่วนประมาณ 20-30% จึงทำให้ราคาต้นทุนขึ้นกับราคาของน้ำมันดีเซลในตลาดโลก และราคาของน้ำมันพืช

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาขบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการบีบอัด
2. เพื่อศึกษาการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการบีบอัด
3. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเมล็ดสบู่ดำในการบีบอัด

ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการขบวนการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการสกัด ได้แก่ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการอบแห้งและการนึ่ง
2. ทำการทดลองสกัดเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic Press
3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของน้ำมันที่สกัดได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

งานวิจัยนี้เป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้าการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำซึ่งสามารถนำมาผ่านขบวนการผลิตเป็นน้ำมันดีเซลชีวภาพ เพื่อใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม โดยใช้กระบวนการผลิตที่ง่ายและประหยัด เนื่องจากน้ำมันดีเซลชีวภาพเป็นพลังงานเชื้อเพลิงที่มีความปลอดภัยสูง รวมทั้งคุณสมบัติที่ดีของน้ำมันดีเซลชีวภาพซึ่งมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าน้ำมันปิโตรเลียม งานวิจัยนี้เป็นอีกทางเลือกในการหาแหล่งพลังงานทดแทน เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรม ผลิตพลังงานทดแทน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. สืบค้นและศึกษาเอกสารอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. ออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันสบู่ดำ
3. นำเมล็ดสบู่ดำที่เก็บมาเข้ากระบวนการอบแห้งและนึ่งก่อนทำการสกัด
4. ทำการทดลองสกัดเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธี Hydraulic Press
5. ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเมล็ดสบู่ดำ
6. วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันที่สกัดได้
7. วิเคราะห์และสรุปผล

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี ที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มศว.
องครักษ์

แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ

ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2549 – ตุลาคม 2550

ลำดับที่	กิจกรรม	เดือน					
		1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1	ค้นคว้าและสำรวจเอกสาร						
2	ออกแบบและสร้างเครื่องบีบอัดน้ำมันสบู่ดำ						
3	ขบวนการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนสกัด โดยวิธีบีบอัด						
4	สกัดโดยวิธีบีบอัด						
5	ศึกษาวิธีการและสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดเมล็ดสบู่ดำ						
6	วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมัน						
7	วิเคราะห์และสรุปผล						
8	เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์						

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสบู่ดำ [3]

สบู่ดำ (Physic nut Purcing nut Curcas bean) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Jatropha curcas* Linn. อยู่ในวงศ์ EUPHORBIACEAE ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกับยางพารา พญาไร้ใบ สลัดได โป๊ยเซียน คริสต์มาส หล้ายาง ส้มเช้า เป็นต้น เริ่มแรกนักพฤกษศาสตร์ระบุถิ่นกำเนิดครั้งแรกว่าอาจมาจากรัฐซีราในเทศบราซิล ต่อมาพบว่าเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกากลางจากแนวป่าชายฝั่งทะเลประเทศเม็กซิโก โดยมากพบเป็นพืชปลูกเป็นแนวรั้วกันปศุสัตว์เข้ามาทำลายพืชผลมา แม้ว่าไม่มีส่วนใดของสบู่ดำสามารถนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ได้ แต่สามารถปลูกเป็นรั้วกันสัตว์มาทำลายพืชผลจึงยังพบว่าการปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศเขตร้อน

2.2 ความเป็นมาของสบู่ดำ [3]

ตัวอย่างสบู่ดำที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ตัวอย่างพืชได้มาจากพืชริมรั้วที่ปลูกไว้เพื่อแสดงเขตที่ดิน สันนิษฐานว่าชาวเรือโปรตุเกสที่มีอาณาบริเวณอยู่แถบทะเลแคริบเบียนได้นำพืชนี้มาผ่านหมู่เกาะเคบเวอร์ด (แอฟริกาตะวันตก) ผ่านประเทศแถบชายฝั่งของแอฟริกาเข้าสู่เอเชียทางช่องแคบมะละกา การขนส่งค้าขายมาในรูปพืชน้ำมันเมื่อขายผ่านมาเลเซียในสมัยอาณานิคมของดัตช์ น้ำมันนี้จึงถูกเรียกในภาษามลายูว่าน้ำมันละหุ่งดัตช์ ชาวเกาะชวาในอินโดนีเซียรู้จักในนามน้ำมันละหุ่งจีน น้ำมันสบู่ดำอยู่ในฐานะน้ำมันละหุ่งชนิดหนึ่งนั้นอธิบายว่าสบู่ดำถูกนำพันธุ์มาปลูกก็เพื่อผลิตเป็นน้ำมันมาตั้งแต่เริ่มและชื่อที่ถูกเรียกทั่วไปว่าเป็นต้นน้ำมันละหุ่งรั้ว คำว่ารั้วแสดงว่าการเข้ามาในฐานะพืชปลูกไม่ใช่พืชป่า ยางในต้นและน้ำมันในเมล็ดเป็นฟองตามธรรมชาติอันเป็นสมบัติพิเศษเฉพาะตัว สมัยก่อนเด็กๆ นำน้ำยางใสจากก้านใบมาเป่าเล่นเป็นฟองลอยไปในอากาศ ชาวโปรตุเกสใช้น้ำมันผลิตเป็นสบู่และนำเข้ามาในประเทศไทยกว่า 300 ปีมาแล้ว คำว่าสบู่ก็เป็นคำที่ยืมมาใช้จากภาษาโปรตุเกสและเป็นที่มาของชื่อต้นสบู่ดำ

2.3 ประวัติสบู่ดำในประเทศไทย [3]

ปัจจุบันมีการปลูกสบู่ดำอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น ภาคกลาง เรียกว่าสบู่หรือสบู่ดำเพราะเปลือกเมล็ดเป็นสีดำ หรือที่เรียกว่าสบู่ขาวเพราะเมล็ดในสีขาวและอื่นๆ ได้แก่ สบู่หัวเทศ สลอคดำ สลอคป่า สลอคใหญ่ ภาคเหนือเรียกมะหุ่งฮั่ว ละหุ่งฮั่ว มะหุ้งมะโฮ่ง เนื่องจากคล้ายละหุ่งและปลูกเป็นรั้วป้องกันสัตว์เข้ามากินพืชผลเพราะกลิ่นเหม็นเขียวหรือพิษที่เป็นยาถ่าย ชาวเขาเรียกว่าไต้ยู เกงยู ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกมะเยา หมากเยา บักเยา ชาว

โคราซเรียกว่าสีหลอดเพราะเป็นยาถ่ายคล้ายสลอด ภาคใต้เรียกมะหงเทศ หงเทศ มาจากละหุ่งที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (ละหุ่งเทศ) ในภาษายาวีเรียกยาเคาะ ยาเมาะ

2.4 ลักษณะของสบู่ดำ [3]

โดยปกติสบู่ดำจะมีอายุยาวนานประมาณ 20 ถึง 50 ปี จัดเป็นไม้ยืนต้นลักษณะต้นเป็น ไม้พุ่มขนาดกลางมีความสูง 2 ถึง 7 เมตร ไม้ค่อยมีการแตกกิ่งก้านสาขามากนัก ลำต้นเกลี้ยงอวบน้ำเป็น ไม้เนื้ออ่อน ไม่มีแก่น หักได้ง่าย มีน้ำยางใสเหนียว เปลือกลำต้นผิวเรียบเทา-น้ำตาล

- ลักษณะใบเป็นใบเดี่ยวมี 4 แฉกเหมือนใบละหุ่งขนาดเท่ากับฝ่ามือ เรียงตัวแบบสลับ ก้านใบกลมยาว 4 ถึง 15 เซนติเมตรใบหนาเหนียว โคนใบเว้าเป็นร่องรูปหัวใจ

- ดอกเป็นช่อที่ข้อส่วนปลายของยอดก้าน ช่อดอกยาว 3 ถึง 8 เซนติเมตร ดอกมีสีเหลือง มีทั้งดอกตัวผู้และตัวเมีย

- ผลกลมรีเล็กน้อย มี 3 พู กว้าง 2 ถึง 3 เซนติเมตร ยาว 2.5 ถึง 3.5 เซนติเมตร เมื่อดิบมีสีเขียวอ่อน เมื่อแก่มีสีเหลืองสดแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม ผลสด 1 กิโลกรัม มีประมาณ 85 ถึง 90 ผล เมื่อนำมาแกะเอาเปลือกออกแล้วจะได้เมล็ดสบู่ดำประมาณ 260 ถึง 270 เมล็ด ผลหนึ่งมี 1 ถึง 3 เมล็ด เมล็ดมีสีน้ำตาลในเป็นสีขาว ขนาดของเมล็ดโดยเฉลี่ยกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร น้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 70 กรัม

2.5 ประโยชน์ของสบู่ดำ [3]

ชาวบ้านใช้เป็นยาสมุนไพรรักษาโรคจากส่วนต่างๆ ของต้นสบู่ดำดังนี้

- น้ำยางสบู่ดำใช้เป็นยาสมานแผลและห้ามเลือด ใช้ป้ายริมฝีปากรักษาโรคปากนกกระจอก รักษาแผลในปาก แก้อาการปวดฟัน นำน้ำยางสบู่ดำมาผสมกับน้ำนมมารดาป้ายลิ้นรักษาลิ้นฝ้าขาวในเด็ก หยอดรักษาตาแดง ผสมกับน้ำเป็นยาระบาย

- ลำต้นนำมาผ่าสับเป็นท่อนแช่น้ำอาบแก้โรคพุพองและแก้คัน เปลือกต้นและรากรักษากลากเกลื้อนได้เป็นอย่างดี

- ใบสบู่ดำนำมาห่อข้าวสุกแล้วหมกขี้เถ้าในเตาให้เด็กกินแก้ตาและหรือนำมาห่ออิฐร้อนนวดท้องในหญิงหลังการคลอดบุตรอยู่ไฟ ใบนำมาชงดื่มรักษาโรคเบาหวาน ยาพื้นบ้านล้านนาใช้ใบแห้งเข้าพอกรักษาอาการเมื่อยตามข้อนอกจากนี้ยังใช้ใบตำพอกรักษาแผลสด แผลถลอก ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก

- ต้นและเปลือกต้นนำมาต้มน้ำดื่มแก้โรคกระเพาะอาหาร ท้องผูก หรือต้มกับน้ำใช้อมแก้ปวดฟันและเหงือกอักเสบ

- แก่นและใบ ตำรายาไทยใช้แก่นและใบสบู่ดำแช่น้ำให้เด็กอาบแก้พิษตานซาง

- เมล็ดสบู่ดำใช้ขับพยาธิ รักษาโรคผิวหนัง
- รากและเปลือกรากใช้รักษาโรคไขข้อ โดยใช้กัดหูด เมื่อสกัดแยก *Curculathyrane B* ซึ่งมีฤทธิ์ทำให้เซลล์มะเร็งไวต่อความร้อนและลดการติดต่อความร้อนได้จึงอาจมีประโยชน์ในการรักษามะเร็งซึ่งต้องมีการศึกษาค้นคว้ากันต่อไป
- ประโยชน์ด้านอื่นๆ ในบางประเทศใช้น้ำมันสบู่ดำใส่ผม และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผ้าขนสัตว์ ส่วนที่จังหวัดแพร่ใช้น้ำมันสบู่ดำทาด้วยหลังจากย้อมสีเพื่อไม่ให้ผ้ายดัดกันอีกด้วย ต้นสามารถนำมาทำกระดาษและไม้อัดได้ ใบสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงเขียว หมักเป็นปุ๋ย เลี้ยงไหม กากหลังจากหีบน้ำมันแล้วสามารถนำมาเป็นเชื้อเพลิงที่มีค่าความร้อนสูงพอกับถ่านหิน อีกทั้งสามารถใช้เดินเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ ส่วนน้ำมันสบู่ดำมีสมบัติดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันสบู่ดำ [3]

สมบัติ	ค่าที่วัดได้
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	7.13
น้ำมัน (เปอร์เซ็นต์)	54.68
ความถ่วงจำเพาะที่ 25 องศาเซลเซียส	0.9136
ดัชนีหักเหที่ 25 องศาเซลเซียส	1.4670
ค่ากรด (กรดไขมันอิสระ โอลิอิก)	4.8
ค่าสปอนนิฟิเคชัน	197.13
ค่าไอโอดีน	97.08
ปริมาณน้ำและสิ่งระเหยได้ (เปอร์เซ็นต์)	0.107
ความหนืดที่ 25 องศาเซลเซียส (เซ็นติสโตกส์)	50.00

2.6 ความหมายของน้ำมัน [1]

โดยทั่วไปแล้วคำว่า น้ำมัน หมายความว่า สารประกอบ 2 ประเภท

- ประเภทแรก คือ น้ำมันจากแร่ซึ่งสูบขึ้นมาจากใต้ดิน ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นและผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมหลายชนิดซึ่งไม่สามารถใช้บริโภคได้จึงจะไม่กล่าวถึงในที่นี้
- ประเภทที่สอง คือ น้ำมันที่บริโภคได้ ได้แก่ น้ำมันพืชและน้ำมันสัตว์ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงอินทรีย์เคมีที่พืชและสัตว์สังเคราะห์ขึ้นและถูกนำไปสกัดออกมาใช้บริโภคหรือใช้เตรียมอาหารเพื่อเพิ่มรสชาติและแปรรูปให้ชวนรับประทานยิ่งขึ้น ในสมัยแรกที่มีการสกัดน้ำมันพืชนั้นก็เพื่อใช้ทดแทนหรือผสมกับน้ำมันสัตว์ให้มีปริมาณมากขึ้นเพียงพอต่อความต้องการ

จากนั้นจึงพบว่ามีพืชหลายชนิดที่สามารถสกัดเอาน้ำมันได้ ประกอบกับวิทยาการในการเพาะปลูก การสกัดและการแปรรูปได้พัฒนาขึ้นตามลำดับ จึงได้นำน้ำมันพืชไปแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ นอกเหนือจากการบริโภคอีกมากมายหลากหลายชนิด เช่น ทำสีและน้ำมันผสมสี เครื่องสำอาง ยารักษาโรค สบู่ ผงซักฟอก เส้นใยสังเคราะห์ หนังสืเทียม แผ่นพลาสติก น้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น (ในภาวะที่เกิดการขาดแคลน) อาจจะกล่าวได้ว่าน้ำมันพืชได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน

น้ำมันทั้งของพืชและสัตว์เป็นสารประกอบเชิงอินทรีย์ที่เกิดจากการรวมตัวของกรดคาร์บอกซิลิกหรือกรดไขมันหลายโมเลกุล กรดไขมันแต่ละชนิดมีสูตร โครงสร้างของตัวเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ

- กรดไขมันอิ่มตัว ร่างกายดูดซึมเข้าไปและสามารถใช้ประโยชน์ได้น้อยจึงทำให้เกิดการสะสมตัวเกาะติดกับผนังด้านในของเส้นโลหิตเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันและเปราะแตกได้ง่าย
- กรดไขมันไม่อิ่มตัว มีคุณค่าทางด้านโภชนศาสตร์สูงเนื่องจากถูกดูดซึมและสามารถย่อยได้ง่าย น้ำมันที่มีกรดอิ่มตัว เรียกว่า น้ำมันอิ่มตัว ในทำนองเดียวกันน้ำมันที่ประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัว เรียกว่า น้ำมันไม่อิ่มตัว

2.7 กระบวนการผลิตน้ำมันพืช [4]

กระบวนการผลิตน้ำมันพืช โดยทั่วไปแบ่งตามขั้นตอนมี 5 ขั้นตอน คือ

- การเตรียมวัตถุดิบ วัตถุดิบในการผลิตน้ำมันนับว่ามีความสำคัญและจำเป็นมากในการสกัดน้ำมันเพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหาร ปกติวัตถุดิบมักมีสิ่งเจือปนด้วย เช่น โลหะต่างๆ อีฐ หิน ดิน ทราย ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดออกเสียก่อนโดยขั้นแรกคูดฝุ่นผงเหล็ก โดยใช้เครื่องแยกโลหะโดยแม่เหล็ก จากนั้นก็นำมาร้อนด้วยตะแกรงคัดขนาดเพื่อกำจัดเมล็ดลีบออกเพื่อให้เหลือแต่เมล็ดที่จะส่งเข้าเครื่องบดต่อไป
- การบดและการผ่าซีก เพื่อทำให้น้ำมันออกจากเมล็ดได้ง่ายเพราะน้ำมันอยู่ภายในผนังเซลล์ของเมล็ด การบดทำให้ผนังเซลล์แตกออก เมื่อบดแล้วทำเป็นแผ่นบางๆ ซึ่งจะหนาหรือบางเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของเมล็ดพืช เช่น ถั่วเหลือง โดยจะทำการผ่าเมล็ดถั่วเหลืองเป็นชิ้นเล็กๆ จำนวน 6 ถึง 8 ชั้นต่อเมล็ด จากนั้นส่งเข้าไปนึ่งด้วยไอน้ำ เพื่อให้สภาพของเมล็ดง่ายต่อการผ่าซีกและนำไปผ่าซีกให้บาง 0.25 ถึง 0.40 มิลลิเมตร
- การนึ่ง เป็นการให้ความร้อนและความชื้นแก่เมล็ดพืชน้ำมันเพื่อลดความหนืดและทำให้น้ำมันไหลออกมาจากเซลล์ได้ง่าย นอกจากนั้นยังทำให้โปรตีนในผนังเซลล์ตกตะกอนและยอมให้น้ำมันไหลผ่านผนังเซลล์ออกมาได้ ความร้อนทำให้เมล็ดมีความยืดหยุ่นซึ่งเป็นผลดีต่อการอัด นอกจากนี้ยังทำให้สารพวกฟอสฟาไทด์และสิ่งไม่พึงประสงค์อื่นๆ ไม่ติดออกไปกับน้ำมัน

ทำลายเชื้อรา แบคทีเรียและยังทำลายสารมีพิษและเอนไซม์ต่างๆ ที่อยู่ในเมล็ดอีกด้วย ผลเสียถ้าความร้อนสูงเกินไปจะทำให้สีของน้ำมันเข้มขึ้นทำให้ยากในการฟอกสี

- การอัด ใช้เครื่องจักรที่เรียกว่าเครื่องหีบน้ำมัน อาจจะเป็นแบบเกลียวหรือแบบไฮดรอลิกก็ได้ ก่อนบีบต้องนำเมล็ดมาแกะเทาะเปลือกก่อน วิธีนี้เหมาะสำหรับเมล็ดพืชที่มีปริมาณน้ำมันสูงเกินกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป และมีน้ำมันเหลือในกากร้อยละ 8 ถึง 12 เมล็ดพืชที่มีน้ำมันมากต้องบีบ 2 ครั้ง เช่น น้ำมันมะพร้าว (มีน้ำมัน 50 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์) และปาล์ม (มีน้ำหนัก 55 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์)

- การสกัด นับว่าเป็นวิธีใหม่ เมื่อแช่เมล็ดพืชด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายจะละลายเอาน้ำมันออกจากเมล็ดพืช ทำการกรองแยกกากออกแล้วนำตัวทำละลายที่ผสมกับน้ำมันไประเหยเอาตัวทำละลายออกก็จะได้น้ำมันกลับคืนมา

2.8 การสกัดน้ำมันพืชดิบ [4]

การสกัดน้ำมันดิบแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

- การสกัดในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีบดให้ละเอียดแล้วสกัดด้วยตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ จะได้น้ำมัน 34.96 เปอร์เซ็นต์ จากเมล็ดรวมเปลือกและ 54.68 เปอร์เซ็นต์ จากเนื้อเมล็ด

- การสกัดด้วยระบบไฮดรอลิกจะได้น้ำมันประมาณ 25 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์และมีน้ำมันตกค้างในกาก 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์

- การสกัดด้วยระบบอัดเกลียวจะได้น้ำมันประมาณ 25 ถึง 30 เปอร์เซ็นต์และมีน้ำมันตกค้างในกาก 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์

การสกัดน้ำมันด้วยวิธีที่ 2 และ 3 จะต้องนำเมล็ดมาทุบพอแตก แล้วนำไปเพิ่มความร้อนโดยการนำไปตากแดดหรือหนึ่งหรือนำเข้าสู่อบก่อนนำเข้าสู่เครื่องสกัดเพื่อให้การสกัดน้ำมันกระทำได้ง่ายขึ้น น้ำมันที่ได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองสิ่งสกปรกออกหรือทิ้งให้ตกตะกอนก่อนนำไปใช้งาน

2.9 การแยกสารแขวนลอยออกจากน้ำมัน [4]

น้ำมันที่ได้จากการบีบหรือการสกัดด้วยตัวทำละลายแล้วเรียกว่า น้ำมันดิบ จะต้องนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนต่างๆ ในน้ำมันดิบและด้านทานการเสื่อมคุณภาพระหว่างการเก็บ

สิ่งเจือปนต่างๆ ในน้ำมันดิบแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- อนุภาคที่ไม่ละลายในไขมัน ได้แก่ เศษเนื้อเยื่อ เศษเปลือกของเมล็ดและเศษผงฝุ่น เป็นต้น สามารถกำจัดได้โดย

- การตกตะกอน เพื่อให้สิ่งเจือปนที่มีค่าความหนาแน่นมากกว่าน้ำมัน ตกตะกอนลงมาใช้ ซึ่งเวลามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของอนุกรมนั้นๆ

- การกรอง เป็นวิธีแยกของแข็งออกจากของเหลว ส่วนของอนุภาคเรียกว่า ตะกอนและส่วนของเหลวที่ผ่านการกรองแล้วเรียกว่าฟิลเตรท

- การแยกด้วยแรงเหวี่ยง ใช้หลักการหมุนด้วยแรงเหวี่ยงที่ความเร็วรอบสูง น้ำมันและอนุภาคที่อยู่ในน้ำมันก็จะแยกออกจากกันโดยอาศัยความหนาแน่นที่ต่างกัน

• สารแขวนลอย เช่น สารจำพวกฟอสฟาไทด์ที่ละลายน้ำ คาร์โบไฮเดรท และ สารประกอบในโตรเจน เป็นต้น กำจัดออกโดยกรรมวิธีคัมมิง ใช้หลักการทำให้สารแขวนลอย รวมตัวกันตกตะกอนเป็นลักษณะการรวมตัวกัน ทำให้หลายวิธี เช่น การให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง (240 ถึง 280 องศาเซลเซียส) ใช้ไอน้ำหรือน้ำร้อนเพื่อเปลี่ยนสภาพของสารแขวนลอยให้มีลักษณะ เหนียวคล้ายวุ้นซึ่งมีความถ่วงจำเพาะสูง การเติมสารเคมีลงไปทำปฏิกิริยาเคมีเพื่อให้เกิดการ ตกตะกอน เช่น กรดฟอสฟอริก กรดซิตริก เป็นต้น สารประกอบที่ละลายในไขมัน ได้แก่ฟอสฟา ไทด์ที่ละลายในไขมัน กรดไขมันอิสระ โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์ สารประกอบอัลดีไฮด์ สเตอรอลและชีผึ้ง เป็นต้น

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คมกฤษ และคณะ [4] ได้ศึกษาการสกัดน้ำมันจากเมล็ดยางพาราด้วยวิธีการต่างๆ คือ การ สกัดโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน การสกัดโดยวิธี soxhlet extraction และการนำมานึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที แล้วสกัดน้ำมันด้วยระบบไฮดรอลิก จากนั้นจึงนำน้ำมันมา ปรับปรุงคุณภาพ พบว่าการบีบอัดโดยใช้เครื่องอัดไฮดรอลิกได้น้ำมันไม่มากนักและมีน้ำมัน ตกค้างในกาก 3 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็เป็วิธีที่ง่ายและประหยัดที่สุด

ชุมสันติ และคณะ [5] ได้ศึกษาการใช้ไขมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ซีเซลโดยการนำเมล็ดสบู่ดำ มาตากแดดและสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยระบบไฮดรอลิก พบว่าได้น้ำมันประมาณ 20 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำมันตกค้างในกาก 10 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำไปทดสอบกับ เครื่องยนต์พบว่าค่าสมรรถนะที่ได้ใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันซีเซล

Owolarafe et al. [6] ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสกัดน้ำมันแบบเกลียว อัดแลแบบระบบไฮดรอลิก โดยใช้ผลปาล์มน้ำมันที่เปลือกไม่หนามากนัก ผลที่ได้พบว่าระบบ เกลียวอัด สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงกว่าระบบไฮดรอลิก แต่ไม่มีความแตกต่างของ คุณภาพน้ำมันระหว่างทั้งสองระบบ แต่ระบบเกลียวอัดจะมีความได้เปรียบทางด้านอุปกรณ์ แรงงาน วัสดุ พื้นที่ในการปฏิบัติงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

Singh et al. [7] ได้ทำการพัฒนาเครื่องสกัดน้ำมันเพื่อลดเปอร์เซ็นต์น้ำมันตกค้างในกาก โดยการออกแบบและพัฒนาทฤษฎีป้อนครั้งเดียวบีบสองครั้ง ซึ่งผลการทดสอบกับเมล็ดเรปที่

ควบคุมความชื้นได้ผลว่า ทฤษฎีใหม่จะสามารถนำน้ำมันคีนจากกากได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ด้วยการสกัดครั้งเดียว ในขณะที่การสกัดแบบเดิมต้องทำการสกัด 3 ถึง 5 ครั้งจึงจะได้น้ำมันคีนจากกาก 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิที่ทำการสกัดน้ำมันได้มากที่สุดโดยสามารถคงคุณภาพของน้ำมันไว้ได้ คือ 70.3 องศาเซลเซียส

Holser [8] ได้ทำการศึกษาการควบคุมความชื้นและอุณหภูมิก่อนจะทำการสกัดน้ำมันจากเมล็ดเมโดว์โฟม โดยทำการควบคุมระดับความชื้นของเมล็ดเมโดว์โฟมให้อยู่ที่ 4.6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และควบคุมอุณหภูมิ 70.90 และ 110 องศาเซลเซียส ผลที่ได้คือ เมื่อทำการเพิ่มระดับความชื้นและอุณหภูมิก่อนสกัดน้ำมันจะทำให้ได้กรดไขมันอิสระหลังการสกัดน้ำมันเพิ่มขึ้น



บทที่ 3 วิธีการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการบีบอัดโดยใช้ระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการสกัดหลายวิธี ดังนั้นเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์จึงได้กำหนดขั้นตอนการทดลองดังนี้

3.1 วัสดุและสารเคมี

3.1.1 เมล็ดสบู่ดำดิบ

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก

3.2.2 เตอบไฟฟ้า Memmert รุ่น UM 500 บริษัท Memmert GmbH+Co ประเทศเยอรมัน

3.2.3 หม้อน้ำไอน้ำ

3.2.4 ถาดอะลูมิเนียม

3.2.5 ผ้าขาวบาง

3.2.6 กระดาษกรองวอทแมน (Whatman) เบอร์ 1

3.2.7 กรวยกรอง

3.3 เครื่องมือวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องมือวัดค่าความหนืด ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV-I+ Cone/Plate บริษัท Brookfield Engineering Laboratories ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.2 เครื่องมือวัดค่าจุดวาบไฟ รุ่น Pensky Marten Closed Cup บริษัท Precisian Scientific Petroleum Instruments Company ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.3 เครื่องมือวัดค่าจุดไหลเท SETA-LEC Cloud and Pour Point บริษัท Herzog Walter Herzog GmbH ประเทศสหรัฐอเมริกา

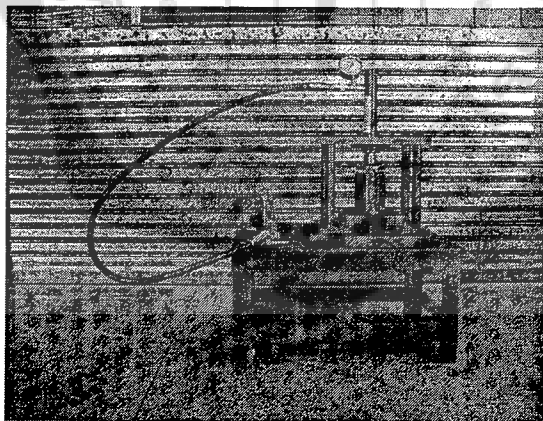
3.3.4 บอมบ์แคลอริมิเตอร์ รุ่น Autobomb-Automatic ยี่ห้อ GALLENKAMP บริษัท Sanyo Gallenkamp ประเทศอังกฤษ

3.4 การดำเนินการทดลอง

วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่มาก่อนการบีบน้ำมัน แบ่งเป็น 3 วิธี คือ การตากแดด การอบแห้ง การนึ่ง

3.4.1 การตากแดด

- นำเมล็ดสบู่มากที่กะเทาะเปลือกแล้ว 1 กิโลกรัม ใส่ถาดและตากแดดไว้ 1 วัน
- นำเมล็ดสบู่มากที่ตากแดดแล้วมาบดหยาบหรือทุบพอแตกเพื่อให้ง่ายต่อการบีบน้ำมัน
- จากนั้นนำเมล็ดสบู่มากที่บดหยาบแล้วมาตากแดดอีก 1 ชั่วโมง
- นำเมล็ดสบู่มากที่บดหยาบและตากแดดแล้วมาทำการบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก ดังรูปที่ 3.1 ที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- นำน้ำมันที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1 จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตร
- นำน้ำมันที่บีบได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำที่ตกค้างออก จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรอีกครั้ง
- นำน้ำมันที่อบแล้วไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ



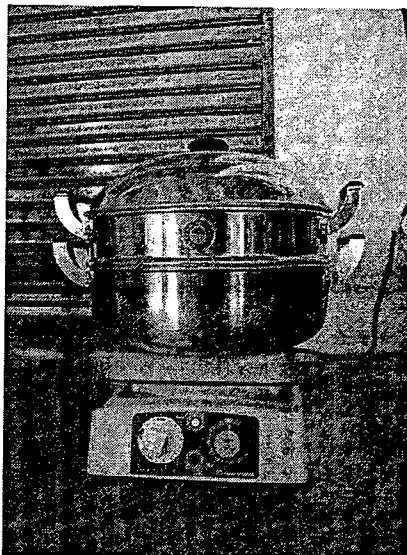
รูปที่ 3.1 เครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Press)

3.4.2 การอบ

- นำเมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะเปลือกแล้ว 1 กิโลกรัม ใส่ถาดเตรียมไว้
- นำเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมไว้มาบดหยาบหรือทุบพอแตก
- จากนั้นนำเมล็ดสบู่ดำที่บดหยาบแล้วข้างต้นมาอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- นำเมล็ดสบู่ดำที่บดหยาบและอบแล้วมาทำการบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิกที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- นำน้ำมันที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1 จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตร
- นำน้ำมันที่บีบได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำที่ตกค้างออก จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรอีกครั้ง
- นำน้ำมันที่อบแล้วไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ
- ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนเวลาในการอบเป็น 2 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ

3.4.3 การนึ่ง

- นำเมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะเปลือกแล้ว 1 กิโลกรัม ใส่ถาดเตรียมไว้
- นำเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมไว้มาบดหยาบหรือทุบพอแตก
- จากนั้นนำเมล็ดสบู่ดำที่บดหยาบแล้วข้างต้นมานึ่งในหม้อนึ่งไอน้ำดังรูปที่ 3.2 เป็นเวลา 10 นาที
- นำเมล็ดสบู่ดำที่บดหยาบและนึ่งแล้วมาทำการบีบน้ำมันด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิกที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
- นำน้ำมันที่ได้มากรองผ่านกระดาษกรองวอทแมนเบอร์ 1 จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตร
- นำน้ำมันที่บีบได้ไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อไล่น้ำที่ตกค้างออก จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรอีกครั้ง
- นำน้ำมันที่อบแล้วไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ
- ทำการทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนระยะเวลาในการนึ่งให้เป็น 30 นาที และ 1 ชั่วโมง ตามลำดับ



รูปที่ 3.2 ชุดหม้อนึ่ง ใช้น้ำและเตาแม่เหล็กให้ความร้อนสำหรับนึ่งเมล็ดสบู่ดำ

3.5 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

3.5.1 การทดสอบหาค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดค่าความหนืด ยี่ห้อ Brookfield รุ่น DV-I+ Cone/Plate ที่ 25 องศาเซลเซียส

3.5.2 การทดสอบหาจุดวาบไฟของน้ำมัน โดยใช้เครื่องเพนสกีมาร์ติน โคลสคัพ (Pensky Marten Closed Cup) ซึ่งทำการทดลองตามมาตรฐาน ASTM D 93

3.5.3 การทดสอบหาค่าจุดไหลเทของน้ำมันตัวอย่าง โดยใช้ชุดเครื่องมือ SETA-LEC Cloud and Pour Point ตามวิธีมาตรฐาน ASTM D 97

3.5.4 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ในน้ำมัน โดยใช้บอมบ์แคลอริมิเตอร์ทำการเผาไหม้น้ำมันตัวอย่างภายใต้ความดัน 30 บาร์ ตามมาตรฐาน ASTM D 2382

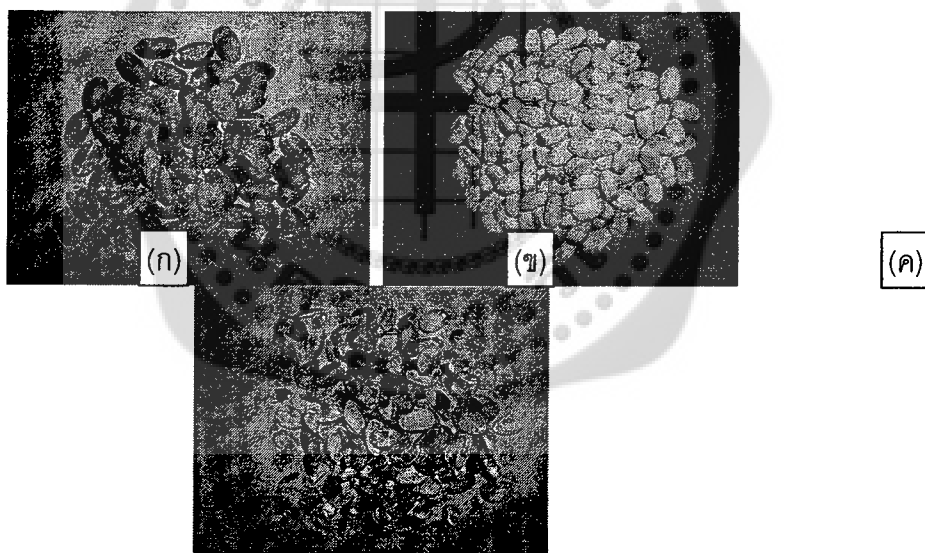
บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการบีบด้วยอัตรระบบไฮดรอลิก โดยศึกษาวิธีการและระยะเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการสกัดน้ำมันเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันสูงสุด วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การตากแดด การอบ การนึ่ง

4.1 การศึกษาสัดส่วนปริมาณเนื้อในเมล็ดสบู่ดำ

การผลิตน้ำมันพืชใดๆ การทราบต้นทุนและปริมาณน้ำมันที่ได้เป็นสิ่งสำคัญซึ่งน้ำหนักเนื้อในเมล็ดเป็นตัวบ่งบอกได้ดีแต่เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ดสบู่ดำนั้นมีเปลือกหุ้มที่ค่อนข้างหนาจึงไม่สามารถคาดคะเนน้ำหนักเนื้อในเมล็ดที่แน่นอนได้แสดงดังรูปที่ 4.1 ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาสัดส่วนที่แน่นอนของเนื้อในเมล็ดสบู่ดำ โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักรวม 1000 กรัม พบว่าได้น้ำหนักเนื้อในเมล็ดเฉลี่ย 644.2 กรัม หรือ 64.42 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรวม แสดงดังตารางที่ 4.1



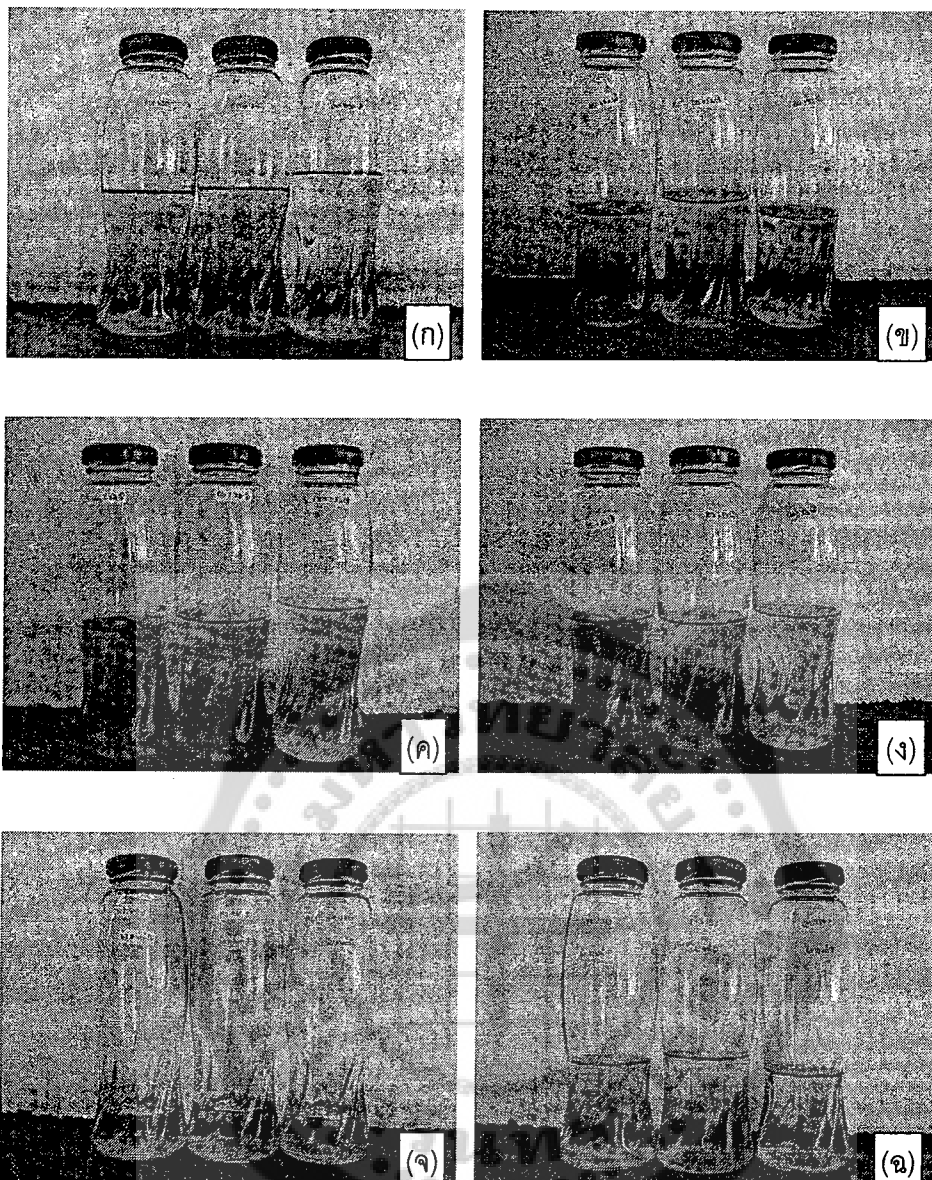
รูปที่ 4.1 ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดสบู่ดำ (ก) เมล็ดสบู่ดำทั้งเปลือก (ข) เนื้อในเมล็ดสบู่ดำที่กะเทาะเปลือกแล้ว และ (ค) เปลือกเมล็ดสบู่ดำ

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาสัดส่วนน้ำหนักเนื้อในเมล็ดสบูดำ

การทดลองครั้งที่	น้ำหนักรวม (กรัม)	น้ำหนักเนื้อ (กรัม)	ร้อยละของน้ำหนักเนื้อ
1	1000.0	641.0	64.10
2	1000.0	644.0	64.40
3	1000.0	649.0	64.90
4	1000.0	641.0	64.10
5	1000.0	648.0	64.80
6	1000.0	643.0	64.30
7	1000.0	642.0	64.20
8	1000.0	641.0	64.10
9	1000.0	644.0	64.40
10	1000.0	649.0	64.90
เฉลี่ย	1000.0	644.2	64.42

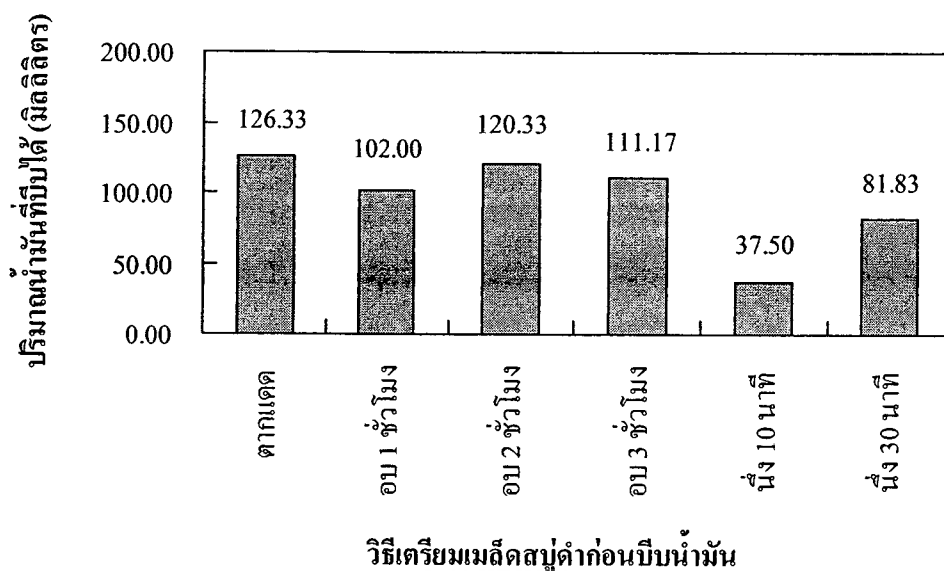
4.2 การศึกษาผลของการเตรียมเมล็ดด้วยวิธีต่างๆต่อปริมาณน้ำมันที่บีบได้

จากการทดลองบีบน้ำมันแต่ละครั้งโดยใช้เนื้อในเมล็ดสบูดำน้ำหนัก 1 กิโลกรัมนำมาผ่านกระบวนการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ คือ ตากแดด อบ และนึ่ง ที่เวลาต่างๆ ก่อนนำไปบีบด้วยเครื่องบีบระบบไฮดรอลิกที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร พบว่าการเตรียมโดยวิธีการตากแดดได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยมากที่สุดคือ 126 มิลลิลิตร ส่วนวิธีการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสที่เวลา 2 และ 3 ชั่วโมงได้ปริมาณน้ำมันใกล้เคียงกันแต่น้อยกว่าวิธีการตากแดด และวิธีการอบ 1 ชั่วโมงได้ปริมาณน้ำมันเฉลี่ยน้อยลงตามลำดับ สังเกตน้ำมันที่ได้จากการอบมีลักษณะคล้ำเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ดังรูปที่ 4.2 ส่วนวิธีการนึ่งที่ 10 และ 30 นาทีนั้นได้ปริมาณน้ำมันน้อยมากคือไม่ถึง 100 มิลลิลิตร ดังรูปที่ 4.3 และมีสัดส่วนน้ำมันต่อเนื้อในเมล็ดสบูดำ 11.45 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักดังรูปที่ 4.4 และการนึ่งที่เวลา 1 ชั่วโมงนั้นไม่ได้น้ำมันเนื่องจากเมื่อทำการนึ่งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เนื้อสบูดำจะดูดซับความชื้นจากไอน้ำไวกินไปทำให้เนื้อสบูดำนั้นนิ่มมาก เมื่อนำมาทำการบีบอัดจึงไม่สามารถบีบอัดได้ความดันถึง 200 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เพราะเมื่อถูกบีบอัดเนื้อสบูดำที่นิ่มนั้นจะถูกดันออกมาตามรูของกระบอกอัด จึงทำให้น้ำมันที่บีบออกมาได้ถูกเนื้อสบูดำที่ดันผ่านรูกระบอกอัดดูดซับกลับไปทั้งหมดดังรูปที่ 4.5 ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเตรียมด้วยวิธีตากแดดและอบแห้ง ดังรูปที่ 4.6

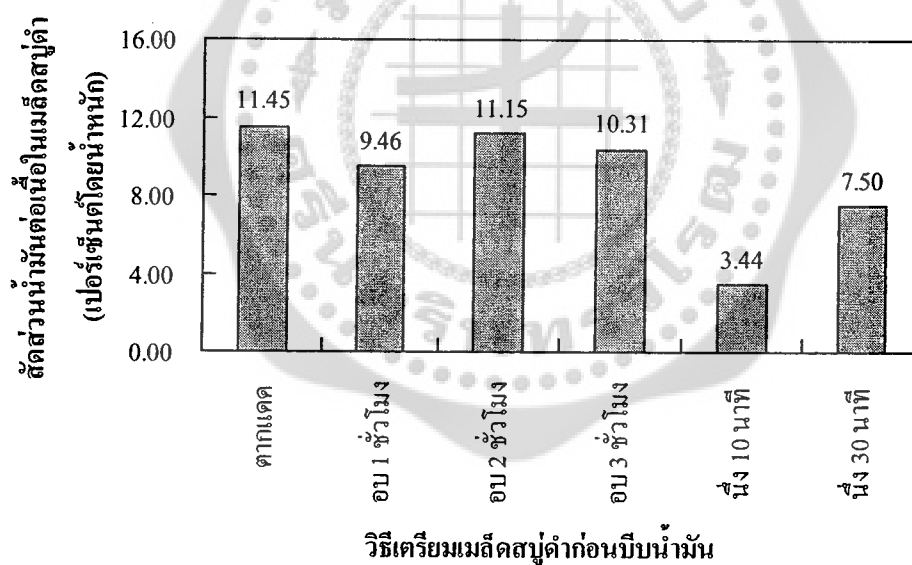


รูปที่ 4.2 น้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากการบีบโดยการเตรียมเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีต่างๆ

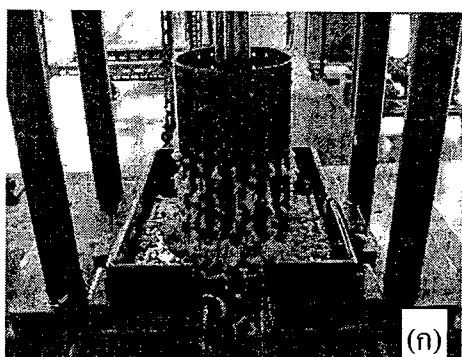
- (ก) การตากแดด (ข) การอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- (ค) การอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- (ง) การอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง
- (จ) การนึ่งเป็นเวลา 10 นาที และ (ฉ) การนึ่งเป็นเวลา 30 นาที



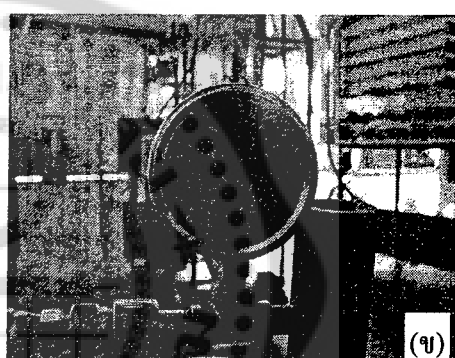
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงปริมาณน้ำมันที่บีบได้โดยวิธีการเตรียมแต่ละวิธี



รูปที่ 4.4 สัดส่วนน้ำมันต่อเนื้อในเมล็ดสับดำ



รูปที่ 4.5 การบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมโดยวิธีการนี้ (ก) ลักษณะเนื้อในเมล็ดสบู่ดำที่นิ่มและถูกคั้นลอดผ่านรูกระบอกอัดออกมา (ข) เภจวัดความดันขณะบีบน้ำมัน

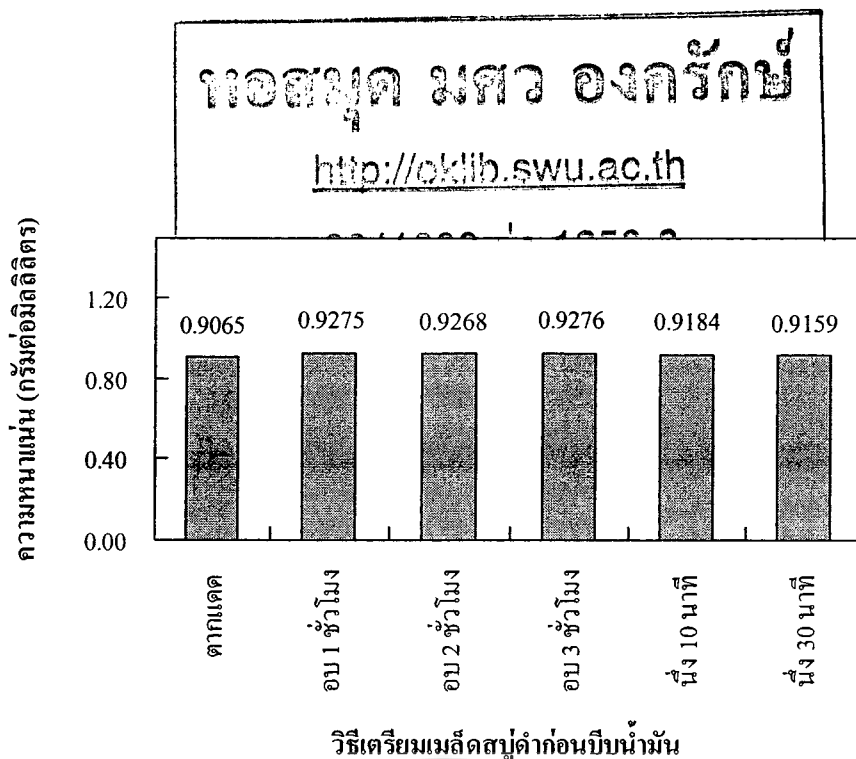


รูปที่ 4.6 การบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมโดยวิธีตากแดดและอบแห้ง (ก) ลักษณะการบีบน้ำมันที่บีบได้ปกติ (ข) เภจวัดความดันขณะบีบน้ำมัน

4.3 การศึกษาสมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

4.3.1 ความหนาแน่น

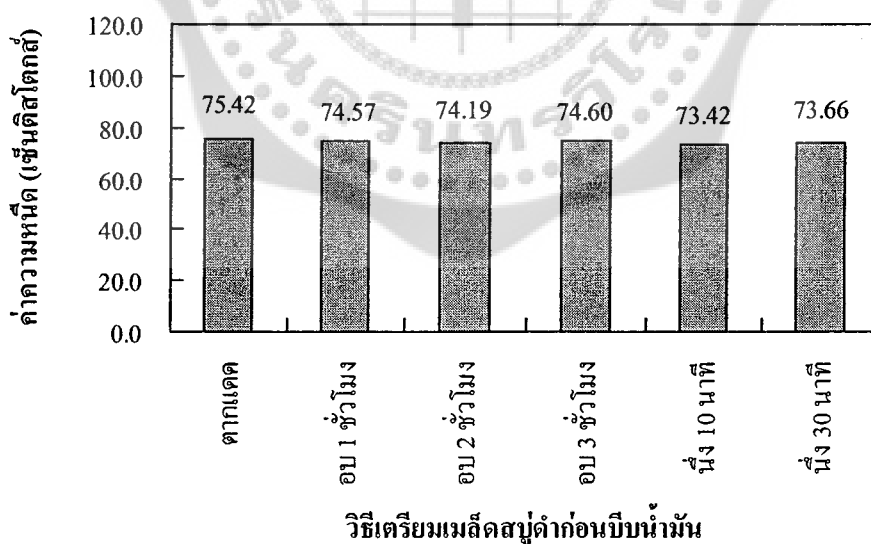
ความหนาแน่นเป็นสมบัติของน้ำมันที่บ่งบอกถึงคุณภาพของน้ำมันได้โดยพบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยของน้ำมันสบู่ดำที่บีบได้แต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกันคืออยู่ระหว่าง 0.9064 ถึง 0.9275 กรัมต่อมิลลิลิตร ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งใกล้เคียงกับหลายผลงานวิจัยคือประมาณ 0.9200 กรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของน้ำมันที่เตรียมโดยวิธีการต่างๆ

4.3.2 ความหนืด

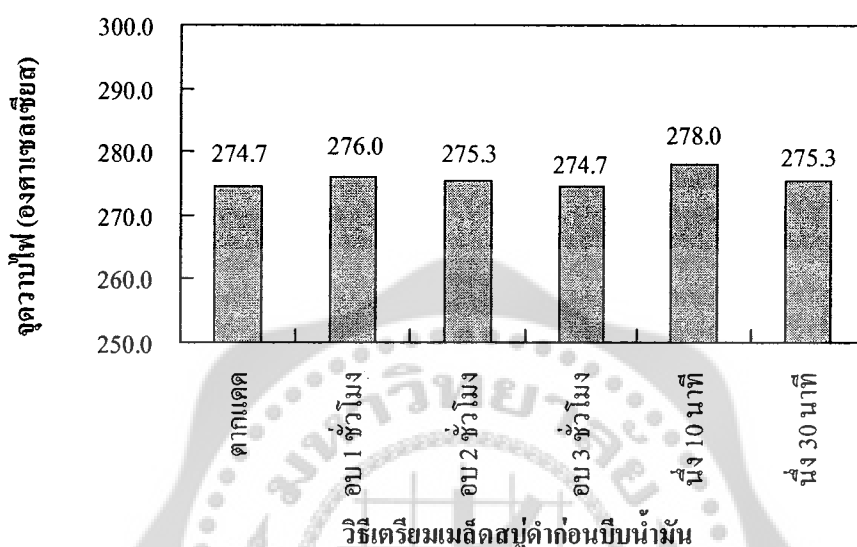
จากผลการทดลองวัดค่าความหนืดของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดยใช้เครื่องวัดความหนืดพบว่าความหนืดเฉลี่ยของน้ำมันที่บีบได้แต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง 73.42 ถึง 75.42 เซ็นติสโตกส์ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าความหนืดของน้ำมันที่เตรียมโดยวิธีการต่างๆ

4.3.3 จุดวาบไฟ

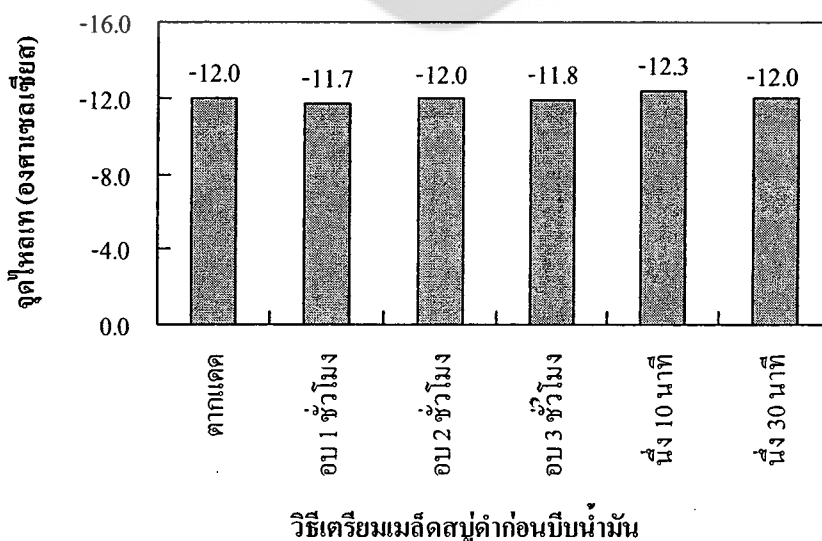
จากผลการทดลองวัดจุดวาบไฟของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้ พบว่าจุดวาบไฟเฉลี่ยของน้ำมันที่บีบได้แต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง 274.7 ถึง 278.0 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งไม่ตรงกับผลงานวิจัยต่างๆ คือประมาณ 240 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากน้ำมันที่ได้จากการทดลองนี้ยังไม่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงจุดวาบไฟของน้ำมันที่เตรียมโดยวิธีการต่างๆ

4.3.4 จุดไหลเท

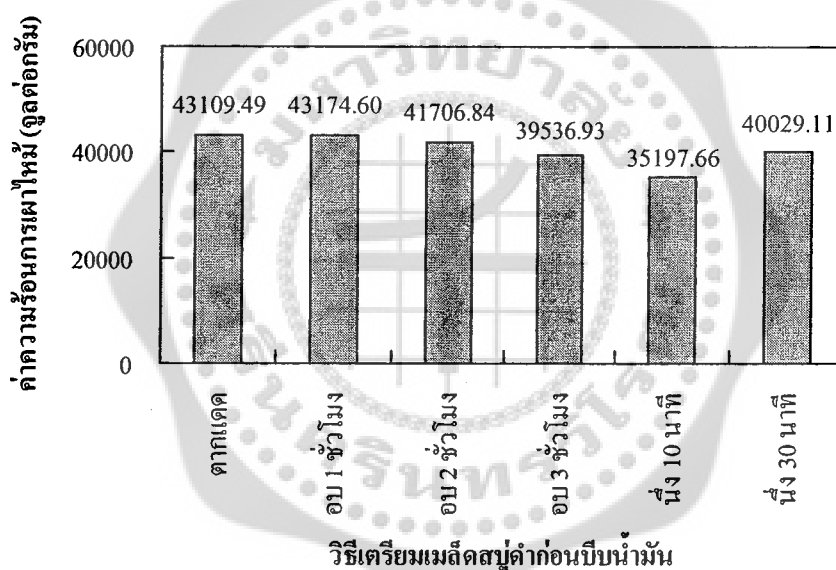
จากผลการทดลองวัดจุดไหลเทของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้ พบว่าจุดไหลเทเฉลี่ยของน้ำมันที่บีบได้แต่ละวิธีมีค่าใกล้เคียงกันคือมีค่าอยู่ระหว่าง -11.7 ถึง -12.3 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงจุดไหลเทของน้ำมันที่เตรียมโดยวิธีการต่างๆ

4.3.5 ค่าความร้อนการเผาไหม้

จากผลการทดลองวัดค่าความร้อนการเผาไหม้ของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้ พบว่าค่าความร้อนการเผาไหม้เฉลี่ยของน้ำมันที่บีบ โดยเตรียมเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการอบเป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีค่ามากที่สุดคือ 43,174 จูลต่อกรัม ดังรูปที่ 4.11 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นอาจมีสาเหตุจากการอบที่เวลานานนั้นเกิดความร้อนสะสมจนทำให้สารเชื้อเพลิงในน้ำมันระเหยออกไปบางส่วน และค่าความร้อนการเผาไหม้เฉลี่ยของน้ำมันที่บีบโดยเตรียมเมล็ดสบู่ดำด้วยวิธีการตากแดดและวิธีการนี้มีค่าน้อยกว่าวิธีการอบอาจเกิดจากมีน้ำเหลืออยู่หลังกระบวนการอบไล่น้ำแล้ว อย่างไรก็ตาม ความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากน้ำมันที่ได้จากการทดลองนี้ยังไม่ผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์และสาเหตุจากความคลาดเคลื่อนของเส้นลวดที่เหลือจากการเผาไหม้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงค่าความร้อนการเผาไหม้ของน้ำมันที่เตรียมโดยวิธีการต่างๆ

4.4 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

จากรูปที่ 4.3 พบวิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำก่อนการบีบที่ทำให้สามารถบีบน้ำมันได้มากที่สุดคือ วิธีการตากแดด โดยได้น้ำมันเฉลี่ย 126 มิลลิลิตร ต่อเนื้อในเมล็ดสบู่ดำตั้ง 1 กิโลกรัม และนำค่าสมบัติต่างๆ ที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าจากงานวิจัยอื่นดังตารางที่ 4.2 พบว่ามีความหนาแน่นที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่า 0.9065 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งใกล้เคียงกับค่าจากงานวิจัยอื่น คือ 0.9136 กรัมต่อมิลลิลิตร ความหนืดที่ 25 องศาเซลเซียส มีค่า 75.42 เซ็นติสโตกส์ ซึ่งมากกว่าค่าจากงานวิจัยอื่น คือ 50.0 เซ็นติสโตกส์ จุลควาบไฟมีค่า 274.7 องศาเซลเซียส ซึ่งมากกว่าค่าจากงานวิจัยอื่น คือ 240.0 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจเกิดจากน้ำมันที่ได้จากการทดลองนี้อาจมีสารจำพวกยางเหนียวทำให้น้ำมันมีความ

หนืดสูงและจุดวาบไฟสูง จุดไหลเทมีค่า -12.0 องศาเซลเซียส ซึ่งยังไม่พบว่ามีสารวัดสมบัตินี้ในงานวิจัยอื่น ส่วนค่าความร้อนของการเผาไหม้มีค่า 43,109 จูลต่อกรัม ซึ่งมากกว่าค่าจากงานวิจัยอื่นคือ 39,774 จูลต่อกรัม

ตารางที่ 4.2 สมบัติทางกายภาพของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมโดยวิธีการตากแดด

สมบัติ	วิธีการตากแดด	ค่าจากงานวิจัยอื่น
ความหนาแน่น ที่ 25 องศาเซลเซียส (กรัมต่อมิลลิเมตร)	0.9065	0.9136 [3]
ความหนืด ที่ 25 องศาเซลเซียส (เซ็นติสโตกส์)	75.42	50.00 [3]
จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)	274.7	240.0 [5]
จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)	-12.0	-
ค่าความร้อนของการเผาไหม้ (จูลต่อกรัม)	43109.49	39774.00 [5]

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเมล็ดสับดูดำก่อนการสกัดน้ำมันด้วยวิธีการบีบอัดระบบไฮดรอลิกเพื่อให้ได้น้ำมันเมล็ดสับดูดำปริมาณมากที่สุด โดยวิธีการเตรียมเมล็ดสับดูดำก่อนการสกัดมีดังนี้ คือ การตากแดด การอบ และการนึ่งที่เวลาต่างๆ ซึ่งจากผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

จากผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลองกระบวนการเตรียมเมล็ดสับดูดำก่อนการสกัดที่ทำให้ได้น้ำมันมากที่สุดคือวิธีการตากแดดเมล็ดสับดูดำก่อนบดหยาบ 1 วัน และตากแดดหลังจากบดหยาบอีก 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบีบด้วยเครื่องบีบระบบไฮดรอลิกที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ได้ปริมาณน้ำมันมากที่สุดคือ 126 มิลลิกรัมจากเนื้อสับดูดำ 1 กิโลกรัม เนื่องจากวิธีการตากแดดอาจมีปริมาณความชื้นที่เหมาะสมกว่าวิธีอื่น ซึ่งสมบัติต่างๆ ของน้ำมันที่ได้จากวิธีนี้ใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่น คือ มีค่าความหนาแน่น 0.9064 กรัมต่อมิลลิกรัม ความหนืด 75.42 เซ็นติสโตกส์ จุกวาวไฟ 274.7 องศาเซลเซียส จุดไหลเท -12 องศาเซลเซียส และค่าความร้อนการเผาไหม้ 43,109 จูลต่อกรัม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาการบีบอัดน้ำมันที่ความดันสูงกว่า 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ว่าจะสามารถให้น้ำมันสูงกว่าเดิมหรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- [1] จุฬาร สุขชู, ทรงศักดิ์ คัมภีร์ และ ณัฐคนัย รัตนรวมเผ่า. (2547). *การผลิตดีเซลชีวภาพจากน้ำมันเมล็ดขางพารา. โครงการงานวิศวกรรมเคมี. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- [2] นัญ จรุงศิริวัฒน์ และ ปณิธาน น้อยยะ. (2549). *การศึกษาการกะเทาะเปลือกเมล็ดสบู่ดำ. โครงการงานวิศวกรรมเกษตร. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.*
- [3] พงศ์เทพ อันตะริกานนท์. (2549). *เทคโนโลยีการปลูกสบู่ดำเพื่อสกัดน้ำมันใช้เป็นพลังงานทดแทนในชนบท. สถาบันพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. <http://www.dpu.ac.th/clinictech/download.asp?strFile=blacksoap.pdf>. สืบค้นวันที่ 20 ตุลาคม 2549*
- [4] คมกฤษ เกิดศักดิ์, ราชน นุญสินธุ์, สายันต์ พรรรัตน์ และ อรณูช ตันติสุข. (2546). *น้ำมันเมล็ดขางพารา. โครงการงานวิศวกรรมเคมี. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- [5] ชุมสันติ แสนทวีสุข, อุดลย์ จรรยาเลิศอูดลย์ และ พิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล. (2548). *น้ำมันสบู่ดำกับสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซล. โครงการงานวิศวกรรมเครื่องกล. ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.*
- [6] Owolarafe, O. K., Faborode, M. O., and Ajibola, O. O. (2002). *Comparative evaluation of the digester-screw press and a hand-operated hydraulic press for palm fruit processing. Journal of Food Engineering*, 52, 249-255.
- [7] Singh, J. and Bargale, P. C. (2000). *Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression. Journal of Food Engineering*, 43, 75-82.
- [8] Holser, R. A. (2003). *Seed conditioning and meadowfoam press oil quality. Industrial Crops and Products*, 17, 23-26.
- [9] American Society for Testing and Materials. (1999). *ASTM standards related to materials systems and testing for roofing and waterproofing.* West Conshohocken, USA. pp. 144-158

ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

ตารางที่ภาคผนวก ก1 ข้อมูลดิบการบีบน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำ	ครั้งที่	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	น้ำหนัก (กรัม)
ตากแดด	1	121.50	110.253
	2	128.00	115.838
	3	129.50	117.466
อบ 1 ชั่วโมง	1	96.00	88.983
	2	115.00	106.730
	3	95.00	88.103
อบ 2 ชั่วโมง	1	108.00	100.356
	2	119.00	110.560
	3	134.00	123.676
อบ 3 ชั่วโมง	1	108.00	100.334
	2	109.00	100.957
	3	116.50	108.065
นึ่ง 10 นาที	1	34.50	31.938
	2	42.00	38.871
	3	36.00	32.512
นึ่ง 30 นาที	1	80.50	73.774
	2	90.00	82.632
	3	75.00	68.455

ภาคผนวก ข ข้อมูลดิบการทดสอบสมบัติของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ

ตารางที่ภาคผนวก ข1 ข้อมูลดิบการทดสอบหาค่าความหนืดของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่อุณหภูมิ
25 องศาเซลเซียส

วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำ	ครั้งที่	ความหนืด ที่ 25 องศาเซลเซียส (เซ็นติพอยส์)
ตากแดด	1	68.60
	2	69.20
	3	67.30
อบ 1 ชั่วโมง	1	69.00
	2	68.70
	3	69.80
อบ 2 ชั่วโมง	1	68.70
	2	69.40
	3	68.20
อบ 3 ชั่วโมง	1	69.10
	2	69.00
	3	69.50
นึ่ง 10 นาที	1	66.60
	2	67.70
	3	68.00
นึ่ง 30 นาที	1	67.20
	2	67.80
	3	67.40

ตารางที่ภาคผนวก ข2 ข้อมูลดิบผลการทดสอบหาค่าจุดวาบไฟของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดย
การเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำ	ครั้งที่	จุดวาบไฟ (องศาเซลเซียส)
ตากแดด	1	270.0
	2	276.0
	3	278.0
อบ 1 ชั่วโมง	1	272.0
	2	278.0
	3	278.0
อบ 2 ชั่วโมง	1	274.0
	2	278.0
	3	274.0
อบ 3 ชั่วโมง	1	274.0
	2	272.0
	3	278.0
นึ่ง 10 นาที	1	278.0
	2	-
	3	-
นึ่ง 30 นาที	1	278.0
	2	276.0
	3	272.0

ตารางที่ภาคผนวก ข4 ข้อมูลดิบการทดสอบค่าความร้อนจากการเผาไหม้ ของน้ำมันเมล็ดสบู่
 คำที่บีบได้โดยการเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการ เตรียมเมล็ด สบู่ดำ	ครั้งที่	ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ (จุดต่อกรัม)				
		น้ำหนัก น้ำมันที่ใช้ ทดสอบ (กรัม)	อุณหภูมิ เริ่มต้น (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิ สูงสุด (องศา เซลเซียส)	ความยาวหลอด เริ่มต้น (เซนติเมตร)	ความยาวหลอด ที่เหลือ (เซนติเมตร)
ตากแดด	1	0.5	27.26	29.28	6.00	5.40
	2	0.5	27.15	29.22	6.00	5.30
	3	0.5	27.11	29.18	6.00	3.00
อบ 1 ชั่วโมง	1	0.5	26.94	29.02	6.00	3.00
	2	0.5	27.14	29.26	6.00	3.00
	3	0.5	27.01	28.98	6.00	4.20
อบ 2 ชั่วโมง	1	0.5	27.17	29.05	6.00	4.10
	2	0.5	27.04	29.05	6.00	5.40
	3	0.5	27.16	29.23	6.00	2.20
อบ 3 ชั่วโมง	1	0.5	27.04	29.34	6.00	3.50
	2	0.5	27.34	29.48	6.00	2.80
	3	0.5	27.33	28.54	6.00	5.30
นึ่ง 10 นาที	1	0.5	27.33	28.29	6.00	3.40
	2	0.5	27.22	29.27	6.00	4.30
	3	0.5	27.15	29.17	6.00	4.10
นึ่ง 30 นาที	1	0.5	26.88	29.04	6.00	4.00
	2	0.5	26.96	29.45	6.00	5.60
	3	0.5	26.98	28.05	6.00	3.60

ตารางที่ภาคผนวก ข3 ข้อมูลดิบผลการทดสอบหาค่าจุดไหลเทของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำที่บีบได้โดย
การเตรียมด้วยวิธีต่างๆ

วิธีการเตรียมเมล็ดสบู่ดำ	ครั้งที่	จุดไหลเท (องศาเซลเซียส)
ตากแดด	1	-13.0
	2	-12.0
	3	-11.0
อบ 1 ชั่วโมง	1	-11.0
	2	-11.5
	3	-12.5
อบ 2 ชั่วโมง	1	-12.5
	2	-12.0
	3	-11.5
อบ 3 ชั่วโมง	1	-11.5
	2	-13.0
	3	-11.0
นึ่ง 10 นาที	1	-12.0
	2	-12.0
	3	-13.0
นึ่ง 30 นาที	1	-12.0
	2	-11.0
	3	-13.0

ภาคผนวก ค วิธีการทดสอบสมบัติของน้ำมัน

ภาคผนวก ค1 วิธีการทดสอบหาค่าความหนืด

- วิธีการใช้งานเครื่องวัดความหนืด Brookfield รุ่น DV-I+

- ปรับระดับความสมดุลของลูกน้ำด้านบนของตัวเครื่อง
- เปิดสวิตช์ด้านหลังเครื่อง หน้าจอจะปรากฏคำว่า REMOVE SPINDLE/PRESS ANY KEY ให้ทำการถอดสปินเดิล (ในกรณีที่มีสปินเดิล ติดกับตัวเครื่อง)

- กดปุ่มใดๆ บนแผงควบคุมด้านหน้าเครื่อง เพื่อทำการปรับศูนย์อัตโนมัติ (AUTOZEROING VISCOMETER)

- หน้าจอจะแสดง REPLACE SPINDLE/PLACE ANY KEY ให้กดปุ่มใดๆ บนแผงควบคุมได้ ระบบจะเข้าสู่หน้าจอหลัก

- หน้าจอด้านล่างซ้ายจะแสดง 0.0 RPM ให้กดปุ่ม Motor On/Off เพื่อให้มอเตอร์ หยุดการทำงาน โดยหน้าจอด้านล่างซ้ายแสดงเป็น Off RPM

- ใส่สปินเดิลลงในตัวอย่างที่ต้องการทดสอบโดยเอียงประมาณ 45 องศา แล้วค่อยหมุนลงไปตัวอย่าง เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดฟองอากาศ แล้วปรับสปินเดิลให้ตั้งฉากโดยให้ผิวหน้าของตัวอย่างอยู่บริเวณรอยบากของสปินเดิล

- หากเครื่องวัดความหนืดเป็นรุ่น LVDV-I+ หรือ RVDV-I+ ควรใส่ปลอกชาด้วย เพื่อป้องกันปลายสปินเดิล กระแทกกับก้นภาชนะที่บรรจุตัวอย่าง

- กำหนดรหัสของสปินเดิลที่ต้องการใช้งาน โดยกดปุ่ม Select Spindle 1 ครั้ง หน้าจอแสดงผลมุมบนขวา จะปรากฏอักษร S กระพริบ ให้กดปุ่มลูกศรขึ้นหรือลง เพื่อเลือกเบอร์สปินเดิลที่ต้องการใช้งาน หลังจากนั้นให้กด Select Spindle อีกครั้ง

- กำหนดความเร็วรอบ โดยกดลูกศรขึ้น หรือ ลง ตามต้องการจนกว่าจะได้ค่าที่ต้องการ แล้วกด Set Speed ให้ระบบรับค่า

- กดปุ่ม Motor On/Off เพื่อเริ่มการทำงาน

- ทำการอ่านค่า และ บันทึกผล

ภาคผนวก ก2 วิธีการทดสอบหาจุดวาบไฟ (Flash Point)

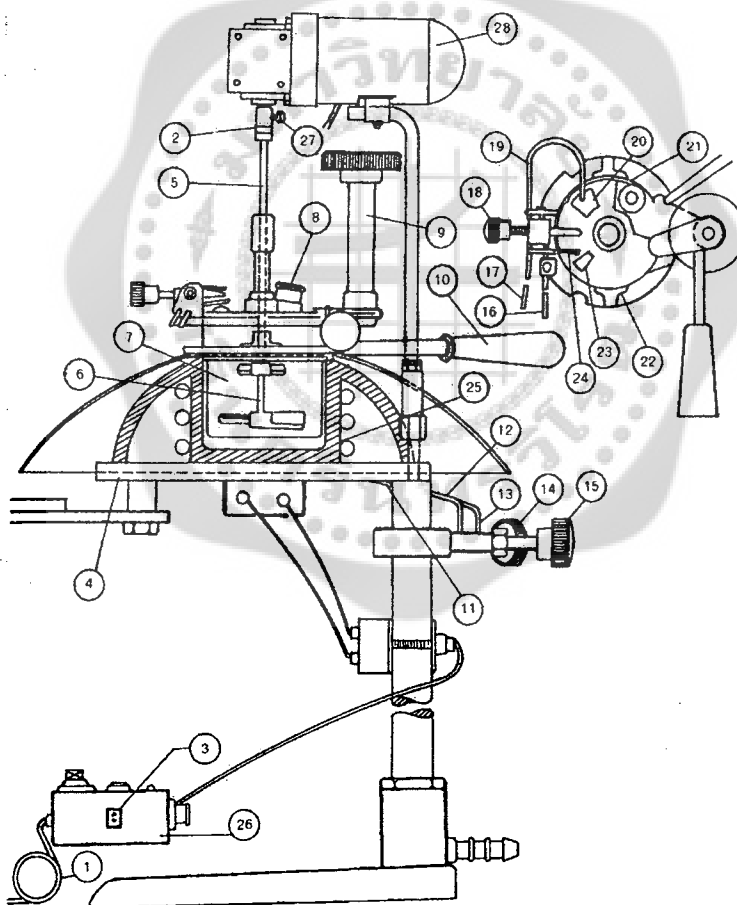
จุดวาบไฟคือจุดที่อุณหภูมิต่ำสุดของน้ำมัน ซึ่งจะมีไอน้ำมันเกิดขึ้นจำนวนหนึ่งอยู่ชั่วขณะ ซึ่งไอน้ำมันนี้จะลุกวาบขึ้นได้ เมื่อถูกประกายไฟหรือเปลวไฟ ลักษณะการลุกไหม้จะเป็นเปลวไฟที่ลุกขึ้นมาวูบหนึ่งแล้วก็ดับไป ในการทดลองนี้ใช้วิธีทดสอบการวัดค่าจุดวาบไฟของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมตามมาตรฐาน ASTM D 93 ซึ่งใช้เครื่องวัดจุดวาบไฟแบบ Pensky Marten Closed Cup

• อุปกรณ์และเครื่องมือทดลอง

- เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองหาจุดวาบไฟและจุดติดไฟของน้ำมันเป็นแบบ Pensky

Marten Closed Cup ดังรูปที่ภาคผนวก ก1

- ถังก๊าซที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับติดหัวพันไฟเพื่อใช้ในการทดสอบ
- เทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ภาคผนวก ก1 อุปกรณ์สำหรับหาจุดวาบไฟแบบ Pensky Marten Closed Cup [9]

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. สายไฟเมน | 11. ข้อต่อก๊าซ | 21. ช่องปิดเปิด |
| 2. ข้อต่อใบพัด | 12. ข้อต่อก๊าซ | 22. จุดหมุนปิด-เปิดฝาปิด |
| 3. ปลั๊กเสียบมอเตอร์ | 13. ข้อต่อก๊าซ | ด้านบน |
| 4. แผ่นความร้อน | 14. วาล์วควบคุมปริมาณก๊าซ | 23. รูจุดก๊าซ |
| 5. เพลลาใบพัดกวน | 15. วาล์วควบคุมปริมาณก๊าซ | 24. ที่ปรับ |
| 6. เพลลาขับใบพัด | 16. วาล์วควบคุมปริมาณก๊าซ | 25. ส่วนหัวของถั่ว |
| 7. ถั่วน้ำมัน | 17. วาล์วควบคุมปริมาณก๊าซ | 26. ชุดควบคุมพลังงาน |
| 8. ช่องใส่เทอร์โมมิเตอร์ | 18. หัวจุดก๊าซ | ไฟฟ้า |
| 9. มือโยกปิด | 19. หัวพ่นก๊าซ | 27. สกรูต่อเพลลาหมุนใบพัด |
| 10. ค้ำโยกถั่วน้ำมัน | 20. ช่องพ่นก๊าซ | 28. มอเตอร์เกียร์ |



- การทดสอบหาจุดวาบไฟของน้ำมันแบบ Pensky Marten Closed Cup

- เติมน้ำมันตัวอย่างลงในถ้วยจนถึงขีดที่กำหนดให้ตั้งรูปที่ภาคผนวก ก 2
- วางถ้วยน้ำมันลงในช่องที่ถ่ายเทความร้อนให้กับถ้วยน้ำมัน
- ปิดฝาและสังเกตดูว่าฝาปิดด้วยอุปกรณ์ทดลองอยู่ในตำแหน่งที่ล็อกหรือไม่
- นำเทอร์โมมิเตอร์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดสอบใส่ลงไป

รูปหมายเลข 8

- จุดไฟที่หัวพืนก๊าซหมายเลข 19 โดยเปิดวาล์วควบคุมหมายเลข 14 และ 15
- จุดไฟที่หัวพืนก๊าซหมายเลข 18 แล้วปรับให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 มิลลิเมตร
- เสียบปลั๊กหมายเลข 1 ซึ่งจะทำให้มีความร้อนไปอุ่นน้ำมันในถ้วย
- เปิดสวิทช์ให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานเพื่อกวนน้ำมัน
- ให้ความร้อนอุ่นน้ำมันด้วยอัตราความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จนกระทั่งใกล้ถึง

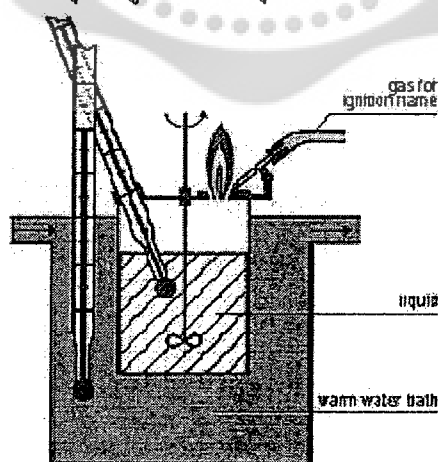
จุดวาบไฟจึงค่อยๆ ลดอัตราความร้อนลง โดยการปรับชุดควบคุมพลังงานไฟฟ้าหมายเลข 26 ให้อัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 5 ถึง 6 องศาเซลเซียสต่อนาที

- เมื่ออุณหภูมิของน้ำมันที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ได้ประมาณ 65 องศาเซลเซียส ก็ปิดมือหมุนทำให้เปลวไฟจุ่มลงในถ้วยน้ำมันแล้วแช่ไว้ประมาณ 1 วินาที แล้วปล่อยมือบิดให้กลับสู่ตำแหน่งเดิม ในขณะที่ทำการทดสอบให้หยุดมอเตอร์กวนน้ำมัน

- บิดมือหมุนทดสอบทุกครั้งทีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส
- คอยสังเกตคูสิของเปลวไฟในถ้วยน้ำมัน ถ้าเห็นว่ามีแสงสว่างวาบขึ้นมาแล้วดับไป นั่น

คือจุดวาบไฟ

- อ่านและจดบันทึกค่าอุณหภูมิขณะเกิดจุดวาบไฟ



รูปที่ภาคผนวก ก 2 วิธีการทดสอบหาจุดวาบไฟ [9]

ภาคผนวก ก3 วิธีการทดสอบหาค่าจุดไหลเท (Pour Point)

จุดไหลเทคืออุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้ การทดสอบทำตามวิธี ASTM D 97 คือ นำน้ำมันใส่หลอดแก้วแล้วแช่ให้เย็นลงเรื่อยๆ และคอยเอาน้ำมันมาตรวจจนถึงจุดที่น้ำมันจะเริ่มแข็งตัวและไม่ไหลเมื่อถือหลอดตามแนวนอนเป็นเวลา 5 วินาที จุดไหลเทที่วัดได้นี้เป็นตัวบ่งชี้ว่าไม่สามารถใช้น้ำมัน ในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำลักษณะนี้ได้เพราะน้ำมันจะไม่ไหล เนื่องจากไขที่มีอยู่ในน้ำมันจะแยกตัวออกมาอุดตันท่อทางเดิน และหม้อกรองทำให้อุปกรณ์ทำงานไม่ได้

● ขั้นตอนการทดสอบ

- เทน้ำมันตัวอย่างปริมาณ 45 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบ ดังรูปที่ภาคผนวก ก3
- หลังจากนั้นนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ

24 ชั่วโมง ก่อนจะนำมาทดสอบ

- ปิดหลอดทดสอบด้วยจุกคออร์ก และเทอร์โมมิเตอร์เสียบอยู่ด้วย
- คีส์ก์, แกสเก็ต, และภายในแจ็กเก็ตต้องสะอาดและแห้ง
- ใส่คีส์ก์ ลงในหลุมด้านล่างของแจ็กเก็ต
- ใส่แกสเก็ตไว้กับหลอดทดสอบวัดจากก้นขึ้นมา 25 มิลลิเมตร
- จุดไหลเทเป็นตัวแสดงเลขจำนวนเต็มว่าเป็นบวกลบหรือลบทีละ 3 องศาเซลเซียส
- เริ่มพิจารณาผลิตภัณฑ์ปีโตรเลียมเมื่อมีอุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส (เป็นค่าประมาณ

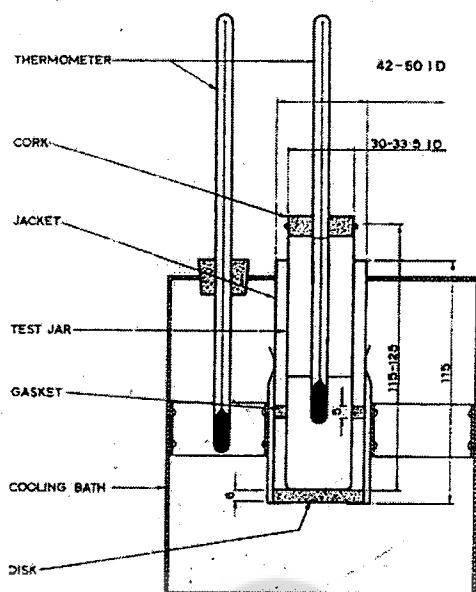
เนื่องจากอ่านทีละ 3 องศาเซลเซียส)

- การอ่านเทอร์โมมิเตอร์ทีละ 3 องศาเซลเซียส ในแต่ละครั้งนั้นให้นำหลอดทดสอบออกจากแจ็กเก็ตแต่ไม่ควรเกิน 3 วินาที

- ควรใช้ผ้าชุบแอลกอฮอล์เช็ดหยดน้ำที่เกาะอยู่บนหลอดทดสอบ
- ในการยกขึ้นมาอ่านค่าแต่ละครั้งต้องยกหลอดทดสอบให้อยู่ในตำแหน่งแนวนอนใน

เวลา 5 วินาที

- ถ้าหากยกหลอดทดสอบอยู่ในตำแหน่งแนวนอนแล้วน้ำมันตัวอย่างไม่ไหลในเวลา 5 วินาที ให้ถือว่าน้ำมันเข้าสู่สถานะของแข็งให้บวกอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 3 องศาเซลเซียส



รูปที่ภาคผนวก ค3 วิธีการทดลองหาจุดไหลเท [9]



ภาคผนวก ค4 การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้โดยใช้บอมบ์แคลอริมิเตอร์ (Heating Value by Bomb Calorimetric Method)

การหาค่าความร้อนจากการเผาไหม้ในน้ำมัน โดยใช้บอมบ์แคลอริมิเตอร์ทำการเผาไหม้ในน้ำมัน ตัวอย่างภายใต้ความดัน 30 บาร์ ของออกซิเจน ซึ่งวิธีการทดลองเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM D 2382

- **อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง**
 - บอมบ์แคลอริมิเตอร์
 - ค่าย
 - ลวดฟิวส์
- **ตัวอย่างน้ำมัน**
 - น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำที่ได้สกัดได้จากวิธีการตากแดด
- **สารเคมี**
 - กรดเบนโซอิก
- **การปรับมาตรฐานหรือการหาสมมูลความร้อนของแคลอริมิเตอร์ (Determination of the Energy Equivalent of the Calorimeter)**

เพื่อหาค่าสมมูลความร้อนของเครื่องบอมบ์แคลอริมิเตอร์ที่ใช้ โดยการเผาสารที่รู้ค่าความร้อนจากการสันดาป ในการทดสอบนี้ใช้สาร คือ กรดเบนโซอิก

- การเปิดระบบน้ำหล่อเย็น ต้องเปิดเครื่องทำน้ำหล่อเย็นให้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทำการทดลองอย่างน้อย 5 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา

- ตรวจสอบปริมาณน้ำในแจ็กเก็ตให้เต็มอยู่ตลอดเวลา ทำการเติมน้ำโดยใช้น้ำกลั่นเติมทางช่องที่เสียบเทอร์โมมิเตอร์จนล้นออกมาจากท่อโอเวอร์โฟลว

- การเตรียมสารกรดเบนโซอิกที่ใช้ต้องอยู่ในสภาพที่เป็นเม็ดหรืออัดเป็นเม็ดแล้ว และต้องแห้งมีน้ำหนักสารประมาณ 1 กรัม ถ้าใช้สารเกินปริมาณดังกล่าวอาจเป็นอันตรายกับผู้ทดลอง หรือทำให้บอมบ์เกิดการเสียหายได้ ในกรณีที่สารยังไม่อัดเม็ด จะต้องใช้เครื่องอัดเม็ด (ทำการอัดสารให้เป็นเม็ด) โดยชั่งสารมาให้มีน้ำหนักระหว่าง 0.9 ถึง 1.5 กรัม เมื่ออัดเสร็จแล้วให้นำไปชั่งใหม่ให้รู้ค่าน้ำหนักที่แน่นอน 4 ตำแหน่ง

- การต่อลวดฟิวส์ ก่อนอื่นต้องตั้งหัวบอมบ์บนที่ตั้ง แล้วตัดลวดฟิวส์ยาว 6 เซนติเมตร เอามาพันเข้ากับอิเล็กโทรดทั้งสองข้าง

- เอากรดเบนโซอิกที่อัดเป็นเม็ดแล้ววางบนถ้วยใส่สารที่เป็นโลหะ แล้วนำถ้วยวางบนฐานรองถ้วยโดยให้เส้นค้ายาว 12 เซนติเมตร พันกับเส้นลวดฟิวส์และให้มาสัมผัสกับเม็ดสารที่อัดไว้

- การปิดบอมบ์ เติมน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ลงในหัวบอมบ์แล้วเอาหัวบอมบ์ที่จัดการตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วแล้วค่อยๆ วางลงในหัวบอมบ์ โดยจะสามารถวางลงในหัวบอมบ์ได้พอดี และต้องตรวจสอบยางซีล ที่เป็นเส้นกลมดำภายในฝาเกลียว โดยยางซีลจะต้องอยู่ในร่องซีลด้านในหัว

บอมบ์พอดี้ แล้วจึงเอาฝาเกลียวโลหะขันปิดลงด้วยมือ หลังจากนั้นให้ทดลองต่อหลอด เข้ากับปลาย อิเล็กโทรดที่ส่วนหัวของบอมบ์ทดลองกดปุ่มทดสอบ เพื่อตรวจสอบวงจรถ้ามีไฟแดงแสดงว่าครบวงจร

- เติมออกซิเจนลงในบอมบ์โดยต่อสายจากถังออกซิเจนเข้ากับวาล์วที่หัวบอมบ์ให้มีความดันประมาณ 30 บาร์ อย่าให้ความดันที่อัดเข้าไปเกิน 30 บาร์

- เติมน้ำลงในเวสเซล 2 ลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตรตรงหรือชั่งน้ำหนัก 2000 กรัม ลงในเวสเซล แล้วยกเวสเซลวางลงในตัวถังแคลอริมิเตอร์ จากนั้นใช้คีมจับบอมบ์หย่อนลงในน้ำให้จมน้ำแล้วค่อยๆ ดึงคีมออกสลัดน้ำที่ติดอยู่กับคีมลงในเวสเซลให้หมดแล้วปิดฝาแคลอริมิเตอร์ ซึ่งที่ฝาจะต้องมีเทอร์โมมิเตอร์ และไบพัดเสียบอยู่ จากนั้นจึงเปิดมอเตอร์เพื่อให้ไบพัดหมุนกวนน้ำ

- ตรวจสอบให้อุณหภูมิแจ๊คเก็ตต่ำกว่าอุณหภูมิแคลอริมิเตอร์ ประมาณ 2 ถึง 5 องศาเซลเซียส ปลดปล่อยไบพัดหมุน 5 นาที จนอุณหภูมิอยู่ในสมดุลแล้ว อ่านอุณหภูมิของบอมบ์แคลอริมิเตอร์ตอนเริ่มต้น กดปุ่มติดไฟเพื่อจุดระเบิดโดยกดปุ่มทิ้งไว้ประมาณ 5 วินาที หลังจากเริ่มกดปุ่มประมาณ 20 วินาที อุณหภูมิจะค่อยๆ สูงขึ้นบันทึกผลการทดลอง ที่อุณหภูมิสุดท้าย จะสังเกตได้ว่าอุณหภูมิของแจ๊คเก็ตจะเท่ากับอุณหภูมิของแคลอริมิเตอร์

- หลังจากอ่านอุณหภูมิสุดท้ายแล้วปิดมอเตอร์ เปิดฝาแคลอริมิเตอร์ แล้วยกตัวบอมบ์ขึ้นมาโดยใช้คีมจับ และทำการเช็ดตัวบอมบ์ให้แห้ง จากนั้นทำการคลายวาล์วนอกอย่างช้าๆ เพื่อปล่อยก๊าซที่เหลือในบอมบ์ออก

- เปิดฝาบอมบ์ตรวจสอบดูภายในว่า การเผาไหม้เกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ จะไม่เห็นมีสารหรือเถ้าใดๆ หลงเหลืออยู่ที่ถ้วยใส่สาร และผนังของตัวบอมบ์เลย (หรืออาจเป็นเถ้าสีขาวเพียงเล็กน้อย) แต่ถ้าเห็นมีสารเหลืออยู่ หรือเห็นเป็นเถ้าสีดำ แสดงว่าการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ต้องทำการทดลองใหม่

ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณ

ภาคผนวก ง1 ตัวอย่างการคำนวณการหาค่าความหนืดของสารตัวอย่าง

- การคำนวณการหาค่าความหนืดของสารตัวอย่าง

สมการคำนวณ $V_k = V_d / SG$

เมื่อ V_k คือ ความหนืดทางจลนศาสตร์ (เซนติสโตกส์, cSt)

V_d คือ ความหนืดทางพลศาสตร์ (เซนติพอยส์, cP)

SG คือ ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันตัวอย่าง

- การหาค่าความหนืดของน้ำมันสบู่อัด

จากตารางภาคผนวก ก1 และตารางภาคผนวก ข1 วิธีตากแดดครั้งที่ 1

มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.9074

มีค่าความหนืดทางพลศาสตร์ เท่ากับ 68.60 เซนติพอยส์

ดังนั้น ค่าความหนืดทางจลนศาสตร์ (V_k) = $68.60 / 0.9074$

$$= 75.68 \text{ เซนติสโตกส์}$$

ภาคผนวก ง2 ตัวอย่างการคำนวณการหาค่าความร้อนจากการสันดาปของสารตัวอย่าง

- การคำนวณการหาค่าความร้อนของแคลอรีมิเตอร์จากกรดเบนโซอิก, W (เมกกะจูลต่อ องศาเซลเซียส)

$$\text{สูตรการคำนวณ} \quad W = ((Q \times G) + E_1 + E_2 + E_3 + E_4) / \Delta T$$

เมื่อ W คือ สมมูลย์ความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ (เมกกะจูลต่อ องศาเซลเซียส)

Q คือ ค่าความร้อนจากการเผาไหม้ของกรดเบนโซอิกมาตรฐาน (เมกกะจูลต่อ กรัม) คือ ค่ามาตรฐานมีค่าเท่ากับ 26441.6 จูลต่อกรัม

ΔT คือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้รับการแก้ไขแล้ว (องศาเซลเซียส)

คือ อุณหภูมิสูงสุดหลังจากจุดระเบิด - อุณหภูมิที่เริ่มต้นจุดระเบิด

คือ $T_f - T_a$ (องศาเซลเซียส)

G คือ น้ำหนักของกรดเบนโซอิกมาตรฐาน (กรัม)

E_1 คือ ตัวปรับแก้ในหน่วยเมกกะจูล สำหรับความร้อนของการเกิดไนตริก

คือ ประมาณ 25.02 สำหรับกรดเบนโซอิกมาตรฐาน

E_2 คือ ตัวปรับแก้ในหน่วยเมกกะจูล สำหรับความร้อนของการเกิดซัลฟิวริก

คือ $(58.6) \times (\text{เปอร์เซ็นต์ของกำมะถันในสารตัวอย่าง}) \times (\text{มวลสารตัวอย่าง}) / 10^6$

E_3 คือ ตัวปรับแก้ในหน่วยเมกกะจูล สำหรับความร้อนของการเผาไหม้ลวดฟิวส์และเส้นด้าย (ในการทดลองนี้ใช้ลวดฟิวส์ซึ่งมีกำหนดค่าความร้อนที่คายออกมาเท่ากับ 2.3 แคลอรีต่อ เซนติเมตร และเส้นด้ายซึ่งกำหนดค่าความร้อนที่คายออกมาเท่ากับ 4.382 จูลต่อเซนติเมตร)

E_4 คือ ตัวปรับแก้สำหรับความร้อนของการเผาไหม้ของผลการเปลี่ยนแปลงความดันหรือปริมาตรของลูกบอมบ์และส่วนประกอบของน้ำมัน

- การคำนวณการหาค่าความร้อนของแคลอรีมิเตอร์จากกรดเบนโซอิก, W (เมกกะจูลต่อ องศาเซลเซียส)

น้ำหนักของกรดเบนโซอิก 0.9885 กรัม

ความยาวของลวดเผาไหม้ก่อนการเผาไหม้ 6 เซนติเมตร

ความยาวของลวดเผาไหม้ที่เหลือจากการเผาไหม้ 3.7 เซนติเมตร

$$\text{จากสมการ } W = ((Q \times G) + E_1 + E_2 + E_3 + E_4) / \Delta T$$

กรดเบนโซอิก มีค่า $Q = 26441.6 \times 10^6$ เมกกะจูลต่อกรัม

$$G = 0.9885 \text{ g}$$

$$E_3 = 2.092 \times 10^6 \text{ เมกกะจูลต่อกรัม} \times (6 - 3.7) \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 4.8116 \times 10^6 \text{ เมกกะจูล}$$

$$\Delta T = 29.52 - 27.03$$

$$= 2.49 \text{ องศาเซลเซียส}$$

สมมูลย์ความร้อนของแคลอรีมิเตอร์; W

$$W = [(26441.6 \times 10^{-6} \times 0.9885) + 4.8116 \times 10^{-6}] / 2.49$$

$$= 0.0104989 \text{ เมกกะจูลต่อองศาเซลเซียส}$$

- **การหาค่าความร้อนจากการสันดาปของสารตัวอย่าง (Gross Heat of Combustion)**

หมายถึงปริมาณความร้อนที่ปล่อยออกมาเมื่อเชื้อเพลิง 1 หน่วยน้ำหนักถูกเผาไหม้ในภาชนะปริมาตรคงที่โดยจะให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นก๊าซ ยกเว้นน้ำซึ่งจะควบแน่นเป็นของเหลว โดยสามารถคำนวณค่าได้จากสมการ

$$Q_g = ((\Delta T \times W) - E_1 - E_2 - E_3 - E_4) / (G \times 10^{-3})$$

เมื่อ Q_g คือ ค่าความร้อนจากการเผาไหม้รวมที่ปริมาตรคงที่ (เมกกะจูลต่อกิโลกรัม)

ΔT คือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นซึ่งได้รับการแก้ไขแล้ว (องศาเซลเซียส)

W คือ สมมูลย์ความร้อนแคลอรีมิเตอร์ (เมกกะจูลต่อองศาเซลเซียส)

G คือ น้ำหนักสารตัวอย่าง (กรัม)

- **การหาค่าความร้อนจากการสันดาปของน้ำมันสปูต้า**

จากตารางภาคผนวก ข4 น้ำมันจากวิธีตากแดดครั้งที่ 1

น้ำหนักของน้ำมันสปูต้า 0.5 กรัม

ความยาวของลวดเผาไหม้ก่อนการเผาไหม้ 6 เซนติเมตร

ความยาวของลวดเผาไหม้ที่เหลือจากการเผาไหม้ 5.4 เซนติเมตร

จากสมการ $Q_g = ((\Delta T \times W) - E_1 - E_2 - E_3 - E_4) / (G \times 10^{-3})$

น้ำหนักน้ำมันปาล์ม มีค่า W = 0.0104989 เมกกะจูลต่อองศาเซลเซียส

$$G = 0.5 \text{ g}$$

$$E_3 = 2.092 \times 10^{-6} \text{ เมกกะจูลต่อเซนติเมตร} \times (6 - 5.4) \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 1.2552 \times 10^{-6} \text{ เมกกะจูล}$$

$$\Delta T = 29.28 - 27.26$$

$$= 2.02 \text{ องศาเซลเซียส}$$

ค่าความร้อนของการเผาไหม้รวม; Q_g

$$Q_g = [(2.02 \times 0.0104989) - 1.2552 \times 10^{-6}] / 0.5 \times 10^{-3}$$

$$= 42.41304 \text{ เมกกะจูลต่อกิโลกรัม}$$

$$= 42413.045 \text{ จูลต่อกรัม}$$