AEN06

การศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำจากวิธีการสกัดสบู่ดำที่แตกต่างกัน

Investigation on Quantity and Properties of Jatropha Oil from Various Extraction Method

ชนากานต์ อาษาสุจริต[1] สโรชา เจริญวัย[2]* ธนิตา สนธิเศวต และ นัฐวี ตีรณานนท์ [1]
[1]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
35 หมู่ 3 เทคโนธานี ถ.เลียบคลองห้า ต.คลองห้า อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 E-mail: poochanakan@gmail.com
[2]*ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 โทร 0-2549-3497 โทรสาร 0-2549-3432 E-mail: sarochakuk@hotmail.com (Corresponding Author)

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยรวบรวมวิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำจากเมล็ดสบู่ดำ ซึ่งมี 3 รูปแบบ คือ การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction), การสกัดโดยใช้เครื่องไฮดรอลิค (Hydraulic Press), การสกัดด้วยเครื่องสกรู (Screw Press) ซึ่งทั้ง 3 วิธีนี้ได้ปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำที่มีความแตกต่างดังนี้ คือ การสกัดด้วยตัวทำละลายจะได้ปริมาณของน้ำมันสบู่ดำมากที่สุดและน้อยที่สุดคือ สกัดด้วยไฮดรอลิค แต่ในทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำมันสบู่ดำและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำที่ได้ พบว่าการสกัดด้วยเครื่องสกรูจะได้คุณสมบัติของน้ำมันดีที่สุดและปริมาณน้ำมันที่ได้นั้นจะน้อยกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลาย

คำสำคัญ: การสกัดด้วยตัวทำละลาย, การสกัดด้วยเครื่องไฮดรอลิค, การสกัดด้วยเครื่องสกรู, ค่ากรด, ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

Abstract

The research study is to collect extraction method of Jatropha oil from Jatropha seed. This has 3 types. Those are Soxhlet Extraction, Hydraulic Press and Screw Press. These 3 types are able to different quantity and property. Therefore, soxhlet extraction is able highest Jatropha oil and lowest is hydraulic press. The comparison quantity and chemical and physical properties of Jatropha oil with 3 types of extraction. Found that screw press has the best of chemical and physical properties and quantity of Jatropha oil. This is less than soxhlet extraction.

Keywords: Soxhlet Extraction, Hydraulic Press and Screw Press
Acid Value, Oxidation Stability

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการที่น้ำมันปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นทุกปี ทำให้ประเทศไทยต้องเสียเปรียบดุลการค้าและการชำระเงินสำหรับการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียมมากขึ้นตามลำดับ น้ำมันดีเซลถือเป็นปัจจัยหลักของแหล่งพลังงานในภาคการขนส่ง จราจรและอุตสาหกรรม ซึ่งถือเป็นกลไกหลักแห่งการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ และการที่น้ำมันดีเซลจะมีราคาลดลงคงเป็นเรื่องยาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดความพยายามในการค้นหาพลังงานอื่นมาทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม และมีแนวคิดที่จะสนับสนุนให้เกษตรกรนำวัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศ มาผลิตเป็นพลังงานทดแทน แทนการใช้น้ำมันปิโตรเลียม สบู่ดำก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน เพื่อใช้สำหรับเครื่องจักรกลการเกษตร (ชุมสันติ แสนทวีสุข และคณะ 2548) หรือเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากได้รับความสนใจจากหลายกลุ่ม และเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณสมบัติที่ดีที่สุดของน้ำมันสบู่ดำ จึงมีแนวคิดในการศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำ ที่ได้จากวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำที่ได้จากวิธีการสกัดที่แตกต่างกัน และมีขอบเขตการศึกษาวิจัย คือ การศึกษาและรวบรวมวิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำจากเมล็ดสบู่ดำ และดำเนินการสกัดน้ำมันสบู่ดำจากเมล็ดสบู่ดำ เพื่อใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำ เมื่อเก็บไว้ ณ ช่วงระยะเวลาต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำ เช่น ค่าของกรด ปริมาณน้ำและสิ่งระเหย และค่าความเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เป็นต้น

สำหรับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการนี้ คือ ศึกษากระบวนการในการสกัดน้ำมันสบู่ดำ เพื่อใช้ในการศึกษาปริมาณและคุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำจากเมล็ดพันธุ์ต่าง ๆ และวิธีการจัดเก็บเมล็ดและน้ำมันสบู่ดำ เพื่อให้ได้น้ำมันสบู่ดำที่คุณสมบัติเหมาะสมแก่การนำไปใช้กับเครื่องยนต์การเกษตร และเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตไบโอดีเซล

2. วิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำ

น้ำมันสบู่ดำเป็นที่สนใจอย่างแพร่หลาย ในการนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน แทนน้ำมันปาล์มหรือน้ำมันพืชชนิดอื่น เนื่องจากน้ำมันสบู่ดำเป็นน้ำมันที่ไม่สามารถนำไปใช้บริโภคได้ (Non-edible oil) เพราะฉะนั้นจึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำ เพื่อให้ได้

Go Back

ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันสบู่ดำที่ดี ซึ่งสรุปวิธีการสกัดน้ำมันสบู่ดำได้ ดังต่อไปนี้

1. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet extraction) จะได้น้ำมันประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ จากเมล็ดรวมเปลือก (J.B.KANDPAL and MIRA MADAN,1995) โดยการนำเมล็ดที่ผ่านการอบแห้งแล้ว เข้าเครื่องบดหยาบ หลังจากนั้นจึงนำเมล็ดสบู่ดำที่ผ่านการบดหยาบไปสกัดด้วยตัวทำละลาย หลักการของการสกัดด้วยตัวทำละลาย คือ เลือกใช้ตัวทำละลายที่สามารถสกัดน้ำมันออกจากเมล็ดสบู่ดำได้ดี และระเหยได้ง่าย เมื่อตัวทำละลายระเหยขึ้นไป แล้วถูกควบแน่นกลายเป็นของเหลวตกไปบนเมล็ดสบู่ดำที่ต้องการสกัด ทำให้ตัวละลายถูกละลายออกมา จากนั้นนำไประเหยเอาตัวทำละลายออก จะได้เป็นน้ำมันที่ต้องการ เครื่องมือที่ใช้สกัดด้วยวิธีนี้เรียกว่าเครื่องสกัดแบบซ็อกเลท ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนล่างสุดเป็นภาชนะสำหรับบรรจุตัวทำละลาย ส่วนกลางเป็นอุปกรณ์ลักษณะพิเศษที่ของเหลวสามารถไหลกลับลงสู่ภาชนะส่วนล่างได้ ใช้บรรจุสารที่ต้องการสกัด และส่วนบนสุดคือเครื่องควบแน่น เมื่อให้ความร้อนแก่ระบบ ตัวทำละลายจะระเหยเป็นไอผ่านท่อแก้วของอุปกรณ์ส่วนกลางไปยังเครื่องควบแน่น และควบแน่นกลับเป็นของเหลวลงสู่อุปกรณ์ส่วนกลางสัมผัสกับสารละลายผสมอยู่ชั่วขณะหนึ่ง เมื่อระดับของตัวทำละลายในอุปกรณ์ส่วนกลางสูงถึงขีดกำหนด ตัวทำละลายจะไหลกลับลงมายังภาชนะส่วนล่าง พร้อมทั้งละลายสารที่ต้องการสกัดออกมาด้วย ตัวทำละลายนี้จะระเหยเป็นไอเข้าสู่วงจรตามที่กล่าวข้างต้น

2. การสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิก (Hydraulic press) จะได้น้ำมันประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมันตกค้างในกาก 10-15 เปอร์เซ็นต์ (ภาสบุตร และคณะ,2525) ขั้นตอนการสกัดน้ำมันคือ นำผลสบู่ดำที่แก่ ผลสีเหลืองถึงดำ มากะเทาะเปลือกออกด้วยเครื่องกะเทาะให้เหลือแต่เมล็ด บดเมล็ดให้แตกหยาบ ๆ แล้วนำไปให้ความร้อนด้วยการตากแดด หรือนำเข้าตู้อบ ก่อนนำเข้าเครื่องสกัด เพื่อให้การสกัดง่ายขึ้น น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดจะต้องนำไปกรองสิ่งสกปรกออก หรือทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปใช้งาน ลักษณะของเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิก

3. การสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู (Screw press) จะได้น้ำมันประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำมันตกค้างในกาก 5-10 เปอร์เซ็นต์ ขั้นตอนการสกัดน้ำมัน คือนำผลสบู่ดำมากะเทาะเปลือกออกให้เหลือแต่เมล็ด จากนั้นนำเมล็ดไปอบหรือตากแดด ก่อนนำมาสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู จากนั้นกรองตะกอนออก ก่อนนำน้ำมันสบู่ดำไปใช้งาน ลักษณะของเครื่องสกัดแบบสกรู

3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและสารเคมี

สารเคมี

1. เมล็ดสบู่ดำ
2. น้ำมันสบู่ดำ
   - น้ำมันสบู่ดำ ตัวอย่าง A จากจังหวัดสุพรรณบุรี
   - น้ำมันสบู่ดำ ตัวอย่าง B จากจังหวัดนครราชสีมา
3. กากสบู่ดำ
4. ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum Ether) บริษัท J.T. Beaker จำกัด
5. เฮกเซน (Hexane) บริษัท J.T. Beaker จำกัด

อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดแบบสกรู (Screw Press) ฝ่ายวิศวกรรม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
2. เครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค (Hydraulic Press) ฝ่ายเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
3. เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (Rotary Evaporator) รุ่น R205 ยี่ห้อ BÜCHI
4. เครื่องไทเทรตแบบอัตโนมัติ (Auto-Metric Titrator) รุ่น DL53 บริษัท เมทเล่อร์-โทเลโด (ประเทศไทย) จำกัด
5. เครื่องวิเคราะห์ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน รุ่น 743 Rancimat บริษัท เมทโทร์มสยาม จำกัด
6. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำ (Karl-Fisher Titrator) รุ่น 831 KF Coulometer บริษัท เมทโทร์มสยาม จำกัด
7. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น AB204-S บริษัท เมทเล่อร์-โทเลโด (ประเทศไทย) จำกัด
8. ตู้อบ (Oven) รุ่น UNB400 ยี่ห้อ MEMMERT
9. เดซิเคเตอร์ (Desiccator)
10. บีกเกอร์
11. ภาชนะพลาสติก
12. ภาชนะสังกะสี

4. วิธีการ

การศึกษาผลของปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่สกัดด้วยวิธีต่าง ๆ

- การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction)

1. บดเมล็ดสบู่ดำให้ละเอียด จากนั้นชั่งน้ำหนักเมล็ดสบู่ดำ 10 กรัมใส่ลงในทิมเบิล (thimble) สำหรับบรรจุสารตัวอย่าง
2. เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ใส่ลงในขวดก้นกลม
3. ทำการรีฟลักซ์เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายผสมไประเหยปิโตรเลียม อีเทอร์ออก ด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ
4. บันทึกน้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำที่สกัดได้ และคำนวณปริมาณน้ำมันสบู่ดำในหน่วยเปอร์เซ็นต์

- การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู

1. ก่อนทำการสกัด ต้องนำเมล็ดสบู่ดำไปอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 ^{o}C เพื่อทำการสกัดได้ง่ายขึ้น
2. นำเมล็ดที่ผ่านการอบให้ความร้อนมาสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู
3. น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีนี้จะต้องนำไปกรอง หรือทิ้งให้ตกตะกอน ก่อนนำไปทำการทดลองต่อไป

- การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค

1. ก่อนทำการสกัด ต้องนำเมล็ดสบู่ดำไปอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-70 ^{o}C เพื่อทำการสกัดได้ง่ายขึ้น
2. นำเมล็ดที่ผ่านการอบให้ความร้อนมาสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค
3. นำเมล็ดที่ได้จากการสกัดด้วยไฮดรอลิค มาสกัดซ้ำ

4. นำน้ำมันที่ได้จากการสกัดด้วยวิธีไฮดรอลิคไปวางทิ้งไว้เพื่อให้ตกตะกอนก่อน 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำน้ำมันที่ได้ไปกรองละเอียดอีกครั้งก่อนที่จะนำไปวัดค่าต่าง ๆ

5. การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันสบู่ดำ

ในการศึกษาในครั้งนี้จะดำเนินการวิเคราะห์คุณสมบัติของสบู่ดำที่สกัดได้จากการสกัดด้วยวิธีการต่างๆ กัน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าของกรด
2. การวิเคราะห์ค่าความเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
3. การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำ
4. การวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำและสิ่งระเหย
5. การวิเคราะห์ค่าไอโอดีน

6. ผลการทดลองและวิจารณ์

6.1 การสกัดน้ำมันสบู่ดำ ด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction)

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการการสกัดน้ำมันสบู่ดำ พบว่าสามารถทำการสกัดได้หลายวิธี เช่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิก หรือการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู ซึ่งแต่ละวิธีมีการเตรียมตัวอย่างและอุปกรณ์แตกต่างกัน จะส่งผลต่อปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่สกัดได้ สำหรับวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายหรือแบบซ็อกเลทนั้น จะทำให้ได้ปริมาณน้ำมันมากกว่าการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิก และแบบสกรู แต่ใช้เวลาของการสกัดมากกว่า และการทดลองในแต่ละครั้ง สามารถทำได้ในปริมาณที่จำกัด ขึ้นกับอุปกรณ์ที่นำมาใช้

สำหรับผลการทดลองการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยตัวทำละลาย พบว่าปริมาณน้ำมันสบู่ดำและเวลาที่ใช้ในการสกัดด้วยวิธีนี้ มีค่าสูงถึง 35.17 เปอร์เซ็นต์ และใช้เวลา 6 ชั่วโมง

ตารางที่ 1 ผลการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ครั้งที่	ตัวอย่าง	น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสบู่ดำ
1.	เมล็ดสบู่ดำ	10.01	3.45	34.50
2.	เมล็ดสบู่ดำ	10.01	3.70	37.00
3.	เมล็ดสบู่ดำ	10.01	3.40	34.00
			เฉลี่ย	**35.17**

จากตารางที่ 1 พบว่าการสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet extraction) นั้นเป็นวิธีการสกัดที่มีข้อเสีย คือ ทำให้น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดมี ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 110 $^{\circ}$C ต่ำ ซึ่งวิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการสกัดน้ำมันสบู่ดำ แต่ถ้าจะนำวิธีนี้ไปใช้สกัดก็จะเลือกเวลาที่ใช้ในการสกัดที่ 6 ชั่วโมง เนื่องจากได้ปริมาณน้ำมันสบู่ดำสูงที่สุด

6.2 การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดด้วยเครื่องไฮดรอลิค (Hydraulic press)

การสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำด้วยเครื่องไฮดรอลิค เป็นวิธีที่ได้น้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำน้อยที่สุด และใช้เวลาในการสกัดน้ำมันจากเมล็ดสบู่ดำรองจากวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย ผลการทดลองการสกัดน้ำมันสบู่ดำ

จากเมล็ดสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค ดังตารางที่ 2 และลักษณะของน้ำมันสบู่ดำและกากสบู่ดำ

จากตารางที่ 2 จะพบว่าปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่สกัดโดยเครื่องไฮดรอลิคนั้น จะได้ปริมาณน้ำมันสบู่ดำ เพียง 21.67 % ซึ่งได้ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าการสกัดด้วยตัวทำละลาย ดังนั้นจึงตั้งสมมุติฐานว่าในกากของสบู่ดำนั้นยังมีน้ำมันหลงเหลืออยู่ จึงได้นำกากน้ำมันสบู่ดำไปสกัดด้วยตัวทำละลายอีก พบว่ามีปริมาณน้ำมันสบู่ดำเหลืออยู่ในกากอีก 10.63 % ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ผลการสกัดน้ำมันจากกากสบู่ดำ ที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค ด้วยวิธีการสกัด ด้วยตัวทำละลาย

ครั้งที่	ตัวอย่าง	น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสบู่ดำ
1	กากสบู่ดำ	10.00	1.05	10.50
2	กากสบู่ดำ	10.01	1.05	10.50
3	กากสบู่ดำ	10.00	1.09	10.90
			เฉลี่ย	**10.63**

6.3 การสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู (Screw Press Extraction)

การสกัดน้ำมันด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วที่สุด และสามารถทำการสกัดน้ำมันสบู่ดำได้ครั้งละปริมาณมากตามความต้องการของผู้ผลิต ผลการทดลองการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู แสดงดังตารางที่ 4 และลักษณะของน้ำมันสบู่ดำและกากสบู่ดำ จากตารางที่ 4 ปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่สกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู คิดเป็น 28.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าการสกัดด้วยทำละลาย แต่มากกว่าการสกัดด้วยเครื่องไฮดรอลิค จึงทำการทดลองเพิ่มเติม โดยนำกากสบู่ดำที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู ไปทำการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายอีกครั้ง

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำมันสบู่ดำ, ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่ อุณหภูมิ 110 ^{o}C, ปริมาณน้ำ และระยะเวลาในการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ครั้งที่	ตัวอย่าง	เวลาที่ใช้ในการสกัด (ชั่วโมง)	น้ำหนักของผงสบู่ดำ (กรัม)	น้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสบู่ดำ	ค่ากรด	ปริมาณน้ำ	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ อุณหภูมิ 110 ^{o}C
1.	เมล็ดสบู่ดำ	2	100	24.8	24.80	31.13	0.07	3.25
1.1	เมล็ดสบู่ดำ		100	25.2	25.20	31.30	0.07	3.40
1.2	เมล็ดสบู่ดำ		100	25.1	25.10	31.29	0.07	3.33
	เฉลี่ย			**25.03**	**25.03**	**31.24**	**0.07**	**3.327**
2	เมล็ดสบู่ดำ	4	100	29.08	29.08	31.25	0.07	2.25
2.1	เมล็ดสบู่ดำ		100	30.01	30.01	31.32	0.07	2.35
2.2	เมล็ดสบู่ดำ		100	29.75	29.75	31.33	0.07	2.45
	เฉลี่ย			**29.613**	**29.613**	**31.30**	**0.07**	**2.35**
3.	เมล็ดสบู่ดำ	6	100	35.20	35.20	31.39	0.07	1.24
3.1	เมล็ดสบู่ดำ		100	36.10	36.10	31.25	0.07	1.27
3.2	เมล็ดสบู่ดำ		100	37.11	37.11	31.35	0.07	1.26
	เฉลี่ย			**36.14**	**36.14**	**31.33**	**0.07**	**1.26**
4.	เมล็ดสบู่ดำ	8	100	35.7	35.7	31.41	0.07	0.65
4.1	เมล็ดสบู่ดำ		100	36.2	36.2	31.35	0.07	0.69
4.2	เมล็ดสบู่ดำ		100	36.6	36.6	31.42	0.07	0.70
	เฉลี่ย			**36.17**	**36.17**	**31.39**	**0.07**	**0.68**

ตารางที่ 4 ผลการสกัดน้ำมันสบู่ดำด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู

ครั้งที่	ตัวอย่าง	น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ของน้ำมันสบู่ดำ
1	เมล็ดสบู่ดำ	10000	2900	29.00
2	เมล็ดสบู่ดำ	10000	2850	28.50
3	เมล็ดสบู่ดำ	10000	2800	28.00
			เฉลี่ย	**28.5**

เพื่อต้องการทราบปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่ยังคงตกค้างอยู่ในกากสบู่ดำ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 6

จากผลการทดลอง พบว่ามีปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่ตกค้างอยู่ในกากสบู่ดำ คิดเป็น 7.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมารวมกับปริมาณน้ำมันสบู่ดำที่สกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรูแล้ว คิดเป็นปริมาณน้ำมันสบู่ดำสุทธิ 35.83 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรูนั้นต้องมีการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัด เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมันสบู่ดำมากที่สุด และสูญเสียปริมาณน้ำมันสบู่ดำน้อยที่สุด

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำมันสบู่ดำ จากการสกัดโดยวิธีด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction) ที่ใช้เวลาในการสกัด 6 ชั่วโมง

	คุณสมบัติน้ำมันสสบู่ดำที่ใช้เวลาในการสกัด 6 ชั่วโมง ด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction)		ด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction)	วิธีไฮดรอลิค	สกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู
1	ความถ่วงจำเพาะ ที่อุณหภูมิ 25 °ซ		0.917	0.914	0.91
2	ความหนืด ที่อุณหภูมิ 25 °ซ	เซนติสโตกส์	53.92	35.09	50.40
3	ค่าของกรด	มก.โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัม	56.085	3.0	1.96
4	กรดไขมันอิสระ	เปอร์เซ็นต์	28.18	1.51	1.49
5	ค่าสปอนนิฟิเคชัน	มก.โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์/กรัมตัวอย่าง	197.40	198.16	190.08
6	ค่าไอโอดีน	กรัมไอโอดีน/100 กรัมตัวอย่าง	97.14	97.51	97.51
7	ดัชนีหักเห ที่อุณหภูมิ 25 °ซ		1.466	1.467	1.47
8	ปริมาณน้ำ (Karl Fisher Titration)	เปอร์เซ็นต์	0.07	0.055	0.07
9	ปริมาณน้ำและสิ่งระเหย ที่อุณหภูมิ 105 °ซ	เปอร์เซ็นต์	0.245	0.045	0.07
10	สี (Lovibond scale, cell 5 ¼)		Y=37.0, R=4.2	Y=12.0, R=2.0	Y=39.0, R=3.4
11	เสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่ อุณหภูมิ 110 °ซ	ชั่วโมง	1.26	6.5	13.90
12	องค์ประกอบของกรดไขมัน				
	กรดปาล์มมิติก (C16:0)		13.80	13.85	14.20
	กรดปาล์มมิโตเลอิก (C16:1)		0.66	0.67	0.60
	กรดเฮปตะเดกคาโนอิก (C17:0)		0.13	0.12	0.10
	กรดสเตียริก (C18:0)		6.19	5.98	6.40
	กรดโอเลอิก (C18:1)		45.26	45.15	47.50
	กรดลิโนเลอิก (C18:2)		32.84	33.28	30.50
	กรดลิโนเลนิก (C18:3)		0.23	0.18	0.20
	กรดอะราชิดิก (C20:0)		0.22	0.19	0.20
	อื่น ๆ		0.67	0.58	0.30

การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet extraction) นั้นเป็นวิธีการสกัดที่มีข้อเสีย คือ ทำให้น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดมี ค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ที่ อุณหภูมิ 110 °C ต่ำคือ 1.26 ชั่วโมง รวมทั้งมีค่าของกรดสูงถึง 56.085 ซึ่งวิธีนี้ไม่เหมาะสำหรับการสกัดน้ำมันสบู่ดำ สำหรับค่าไอโอดีน พบว่าการสกัดน้ำมันสบู่ดำทุกวิธีการมีค่าไอโอดีนที่สูงถึงประมาณ 97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าไอโอดีนสามารถบ่งชี้ถึงปริมาณของพันธะคู่หรือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวของน้ำมันได้อีกด้วย ถ้าน้ำมันมีค่าไอโอดีนสูง สามารถชี้ให้เห็นว่ามีปริมาณพันธะคู่มากหรือกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง สำหรับน้ำมันสบู่ดำมีค่าไอโอดีนสูง กล่าวคือมีค่าไอโอดีนมากกว่า 90 กรัมไอโอดีน/100 กรัมตัวอย่าง แสดงว่ามีปริมาณพันธะคู่มากหรือมีปริมาณกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง และแสดงถึงการเกิดปฏิกริยาพอลิเมอไรซ์ได้มากและเร็วกว่าน้ำมันพืชที่มีค่าไอโอดีนต่ำกว่า การสกัดด้วยน้ำมันสบู่ดำด้วยวิธีการต่าง ๆ ไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งทั้ง 3 วิธีการ ทำให้ได้น้ำมันสบู่ดำที่มีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณที่สูง ทำให้ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อสัมผัสกับแสงแดด ออกซิเจน

ตารางที่ 6 ผลการสกัดน้ำมันจากกากสบู่ดำ ที่ผ่านการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู ด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

ครั้งที่	ตัวอย่าง	น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักของน้ำมันสบู่ดำ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ ของน้ำมันสบู่ดำ
1	กากสบู่ดำ	10.04	0.75	7.5
2	กากสบู่ดำ	10.01	0.75	7.5
3	กากสบู่ดำ	10.00	0.70	7.0
			เฉลี่ย	**7.33**

7. สรุปผลการทดลอง

การสกัดน้ำมันสบู่ดำจากเมล็ดสบู่ดำนั้นมีด้วยกันหลายวิธี ได้แก่ วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย (Soxhlet Extraction), วิธีการสกัดด้วยเครื่องไฮดรอลิค (Hydraulic Press Extraction), วิธีการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู (Screw Press Extraction) ซึ่งวิธีการสกัดโดยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย เป็นวิธีการที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำมันทั้งหมดในเมล็ดสบู่ดำ สำหรับเมล็ดสบู่ดำที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีปริมาณน้ำมันสบู่ดำ คิดเป็นร้อยละ 35.17 โดยน้ำหนัก และเมื่อนำไปสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบไฮดรอลิค และแบบสกรู ได้ปริมาณน้ำมันสบู่ดำ คิดเป็นร้อยละ 21.67 และ 28.50 โดยน้ำหนัก ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังคงมีปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในกากสบู่ดำอยู่ จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติม โดยการนำกากสบู่ดำดังกล่าวไปทำการสกัดด้วยตัวทำละลายอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำมันที่เหลืออยู่ในกากสบู่ดำที่สกัดแบบไฮดรอลิค มีสูงถึงร้อยละ 10.63 โดยน้ำหนัก และที่สกัดแบบสกรู มีสูงถึงร้อยละ 7.33 โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องที่ใช้ในการสกัด

ผลการวิเคราะห์น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลาย พบว่ามีองค์ประกอบหลักของกรดไขมันดังนี้ คือ กรดปาล์มมิติก (C16:0) เท่ากับ 13.80%, กรดสเตียริก (C18:0) เท่ากับ 6.19%, กรดโอเลอิก (C18:1) เท่ากับ 45.26 %, กรดลิโนเลอิก (C18:2) เท่ากับ 32.84 % และอื่น ๆ 0.67% ตามลำดับ, ผลการวิเคราะห์น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยเครื่องสกัดแบบสกรู พบว่ามีองค์ประกอบหลักของกรดไขมันดังนี้ คือ กรดปาล์มมิติก (C16:0) เท่ากับ 14.20%, กรดสเตียริก (C18:0) เท่ากับ 6.5%, กรดโอเลอิก (C18:1) เท่ากับ 46.0%, กรดลิโนเลอิก (C18:2) เท่ากับ 30.50 % และอื่น ๆ 1.8% ตามลำดับ, ผลการวิเคราะห์น้ำมันสบู่ดำที่ได้จากการสกัดด้วยไฮดรอลิค พบว่ามีองค์ประกอบหลักของกรดไขมันดังนี้ คือ กรดปาล์มมิติก (C16:0) เท่ากับ 13.85 %, กรดสเตียริก (C18:0) เท่ากับ 5.98 %, กรดโอเลอิก (C18:1) เท่ากับ 45.15%, กรดลิโนเลอิก (C18:2) เท่ากับ 33.28 % และอื่น ๆ 0.58% ตามลำดับ, แสดงให้เห็นว่าน้ำมันสบู่ดำ มีปริมาณของกรดไขมันอิสระชนิดไม่อิ่มตัวมากกว่า 75% ทำให้ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เมื่อสัมผัสกับแสงแดด ออกซิเจน หรือเมื่อได้รับความร้อน จึงได้ทำการศึกษาค่าเสถียรภาพของการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันสบู่ดำ พบว่ามีค่าเสถียรภาพต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ประมาณ 10 ชั่วโมง และค่าของกรด มีค่าไม่เกิน 3 มิลลิกรัมโพแทสเซียมต่อกรัมน้ำมัน

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินงานวิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติและสำนักงบประมาณ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ และผู้ร่วมงานในหน่วยงานสังกัดสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานโครงการ จึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชุมสันติ แสนทวีสุข, อดุลย์ จรรยาเลิศอดุลย์ และพิสิษฐ์ เตชะรุ่งไพศาล, 2548, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548, โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน, ชลบุรี, หน้า AE09-1 - AE09-5

[2] ระพีพันธุ์ ภาสบุตร, การใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซลในไร่นา, เอกสารประกอบการฝึก อบรมโครงการนำร่องการใช้น้ำมันสบู่ดำกับเครื่องยนต์ดีเซล, กรมส่งเสริมการเกษตร.

[3] ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร, จังหวัดชัยนาท, หน้า

[4] Ashwani Kumar, Satyawati Sharma, 2008, “An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (Jatropha curcas L.):A review,” Journal of Industrial Crops Products., Vol.28, pp. 1-10.

[5] พิศมัย เจนวนิชปัญจกุล และคณะ, 2524. การศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นของน้ำมันเมล็ดสบู่ดำ, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

[6] J.B. Kandpal and Mira Madan, 1995, “ Jatropha curcus : a renewable source of energy for meeting future energy needs, ” Journal of Renewable Energy., Vol.6, No.2, pp. 159-160.