

การศึกษากระบวนการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟด้วยตัวทำละลายและระยะเวลาสกัด

*เจริญพร ถาวรประเสริฐ, ธนัชชา สุวรรณวิภากร, พิชัย เอี้ยวเล็ก และ กฤษ สมนึก

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
15 ถนนกาญจนาภิเษย์ ตำบลคอหงส์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

ผู้เขียนติดต่อ: เจริญพร ถาวรประเสริฐ E-mail: bird_2835@hotmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทยได้ใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบหลัก แต่เนื่องจากน้ำมันปาล์มเป็นพืชน้ำมันที่ใช้เพื่อบริโภค ดังนั้นการใช้น้ำมันกาแฟ (coffee oil) ที่สกัดได้จากกากกาแฟ (spent coffee grounds, SCG) หลังจากผ่านการขงมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ อีกทั้งน้ำมันกาแฟไม่ได้เป็นน้ำมันบริโภค (non-food) งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาตัวแปรอิสระของการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟ โดยได้แปรค่าอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย (SCG-to-solvent, 1:2-1:15 g.g-1) และควบคุมเวลาสกัดที่ 30 นาที พบว่าที่เงื่อนไขอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย 1:15 g.g-1 สามารถสกัดน้ำมันกาแฟได้ปริมาณผลได้สูงสุดคือ 14 wt.% และได้ทดลองหาช่วงเวลาสกัดที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันกาแฟที่ช่วงเวลา 2.5-60 นาที พบว่าที่ระยะเวลาสั้นที่สุดในกระบวนการสกัดคือ 2.5 นาที สามารถสกัดน้ำมันกาแฟได้ปริมาณผลได้ 12.3367, 13.7140 และ 13.8535 wt.% ด้วยอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย 1:10, 1:15 และ 1:20 g.g-1 ตามลำดับ และได้ทดลองสกัดน้ำมันกาแฟที่เวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที พบว่าได้ปริมาณผลได้ของน้ำมันกาแฟของแต่ละเงื่อนไขคือ 13.2143, 14.0943 และ 14.7827 wt.% เมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลายที่ 1:10 g.g-1 (ที่เวลา 50 นาที), 1:15 g.g-1 (ที่เวลา 40 นาที) และ 1:20 g.g-1 (ที่เวลา 50 นาที) ตามลำดับ

คำสำคัญ: กากกาแฟ; น้ำมันกาแฟ; การสกัดน้ำมัน; ไบโอดีเซล

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้ปริมาณเชื้อเพลิงมากขึ้นทำให้แหล่งน้ำมันธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลง เพื่อทดแทน ปริมาณน้ำมันที่ลดลงจึงเกิดพลังงานทางเลือก เช่น ไบโอดีเซล (biodiesel) วัตถุดิบที่นำมาทำเป็นไบโอดีเซลมีหลายชนิด เช่น ปาล์ม มะพร้าว สบู่ดำ เป็นต้น อีกวัตถุดิบที่น่าสนใจคือ กากกาแฟ (spent coffee grounds , SCG) [1,2] เนื่องจากปัจจุบันตลาดกาแฟกำลังเติบโตอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับปริมาณความต้องการของผู้บริโภค [3,4] เมื่อมีการบริโภคเพิ่มขึ้นผลที่ตามมาคือการจัดการของเสียซึ่งของเสียในที่นี้คือ กากกาแฟ ในปัจจุบันนิยมนำกากกาแฟไปผสมกับดินเพื่อทำเป็นปุ๋ยได้แต่อีกทางเลือกหนึ่งคือการเปลี่ยนขยะอินทรีย์ชนิดนี้ให้เป็นพลังงาน ถ้าสามารถสกัดน้ำมันที่มีอยู่ในกากกาแฟออกมาได้จะสามารถนำน้ำมันกาแฟหลังจากกระบวนการสกัดไปผลิตเป็นไบโอดีเซลเป็นพลังงานทางเลือกได้วัตถุดิบของโครงการนี้คือ เพื่อศึกษาปริมาณผลได้ของน้ำมันกาแฟหลังจากผ่านกระบวนการสกัดด้วยตัวทำ

ละลายโดยได้ศึกษา 2 ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันกาแฟที่ สกัดได้คือ อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย (SCG to solvent) และเวลาที่ใช้ในการสกัด (extraction time) [1,5]

2. วัสดุและวิธีการทดลอง

วัสดุ

กากกาแฟ (SCG) ได้มาจากร้านขายกาแฟสดในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ซึ่งเป็นกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า โดยทั่วไปกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้ามีปริมาณคาเฟอีนประมาณ 1.2wt.% มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 6-9wt.% และภายในเมล็ดกาแฟคั่วมีน้ำมันประมาณ 10-20 wt.% โดยกากกาแฟหลังจากผ่านเครื่องชงกาแฟสดจะมีความชื้นโดยประมาณ 65-70wt.% ก่อนนำกากกาแฟมาทำการทดลองกากกาแฟจะถูกนำไปอบที่อุณหภูมิ 104°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อระเหยน้ำออกจากกากกาแฟป้องกันการเน่าเสียที่เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ และความชื้นในกากกาแฟจะทำให้ประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันด้วยตัวทำละลายลดลง

[1,5] ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดน้ำมันจากกาแฟคือ เฮกเซน (commercial grade of hexane) [6]

วิธีการทดลอง

1) ขั้นตอนการสกัด

ใช้กากกาแฟที่อบแล้ว 10 กรัม ผสมกับเฮกเซน ตามอัตราส่วนที่กำหนดใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 400 มิลลิลิตร ซึ่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ใส่แท่ง แม่เหล็กในการกวนผสมสารละลาย ปิดด้วยแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์เพื่อป้องกันการระเหยของเฮกเซน ขณะสกัดน้ำมันนำบีกเกอร์ที่ผสมสารละลายแล้วตั้งลงบนเครื่องกวนผสม เปิดเครื่องกวนผสมสารละลายและจับเวลาทันที ซึ่งสารละลายระหว่างผสมกับกากกาแฟมีอุณหภูมิ 30°C เมื่อครบเวลาตามที่กำหนดนำสารละลายไปกรองด้วยกระดาษกรอง W.&R. Balston Ltd. Genuine Whatman No.1 จะได้ สารละลายสีเหลืองที่มีน้ำมันกาแฟผสมกับเฮกเซนอยู่ไหลลงไปในขวดรูปชมพูนขนาด 250 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75°C (จุดเดือดของเฮกเซนเท่ากับ 69.8°C เพื่อระเหยเฮกเซนออกจากน้ำมัน จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 104°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อระเหยน้ำและเฮกเซนที่ยังคงหลงเหลืออยู่ [1,5] เมื่อครบกำหนดเวลานำขวดรูปชมพู่ออกมารอให้เย็นตัวแล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักของน้ำมันกาแฟที่สกัดได้

2) วิธีการวิเคราะห์

ในการทดลองการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟได้ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 2 ตัวแปรอิสระคือ อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย (SCG-to-solvent) และเวลาที่ใช้ในการสกัด (extraction time) เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมที่สามารถสกัดน้ำมันจากกาแฟออกมาได้มากที่สุด ซึ่งสามารถคำนวณปริมาณผลได้ (yield) ของน้ำมันกาแฟได้จากสมการที่ 1 [5]

$$Y = (w_o/w_d) \times 100 \quad \dots(1)$$

Y : ปริมาณผลได้ของน้ำมันกาแฟ

W_o : น้ำหนักของน้ำมันกาแฟที่สกัดได้ (g)

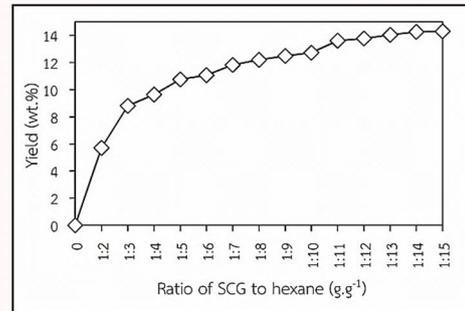
W_d : น้ำหนักของกากกาแฟแห้งที่ใช้ในการสกัด (g)

3. ผลการวิจัยและการอภิปราย

ปริมาณน้ำมันกาแฟที่เวลาสกัด 30 นาที

ในรูปที่ 1 แสดงผลการสกัดน้ำมันจากกากกาแฟ โดยแปรค่าอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย (ratio of SCG-to-solvent) ในช่วง 1:2-1:15 g.g⁻¹ โดยใช้เวลาสกัดที่ 30 นาที เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจาก

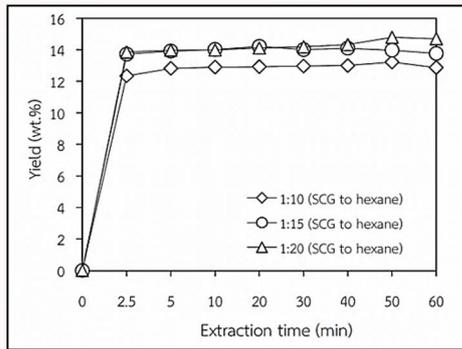
กากกาแฟ จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับเฮกเซนมีผลต่อการสกัดน้ำมันจากกาแฟและที่อัตราส่วน 1:15 g.g⁻¹ สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้มากที่สุดมีปริมาณผลได้ 1402990 wt.%



รูปที่ 1 ปริมาณผลได้ของน้ำมันกาแฟที่อัตราส่วนต่างๆ ที่เวลาสกัด 30 นาที

ผลการทดลองการแปรค่าเวลาในการสกัด

จากการทดลองการแปรค่าอัตราส่วนการสกัดทำให้ทราบว่าที่อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดน้ำมันจากกาแฟและที่อัตราส่วน 1:15 g.g⁻¹ สามารถสกัดน้ำมันออกมาได้มากที่สุดในการทดลองต่อมาเป็นการแปรค่าเวลาในกระบวนการสกัดในช่วงเวลา 2.5-60 นาที เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันจากกาแฟ และได้เพิ่มการทดลองที่อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลาย 1:10 g.g⁻¹ และ 1:20 g.g⁻¹ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบผลการทดลองจากผลการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้นั้น กระบวนการสกัดด้วยอัตราส่วนของกากกาแฟกับ เฮกเซนคือ 1:10, 1:15 และ 1:20 g.g⁻¹ มีปริมาณ น้ำมันจากกาแฟที่ผลิตได้สูงขึ้นเรื่อยๆ และตั้งแต่ที่เวลาสกัด 10 นาที ปริมาณผลได้ของน้ำมันจากกาแฟที่สกัดได้จะเริ่มคงที่หรือเข้าสู่สภาวะสมดุลไปจนถึงที่เวลาสกัด 60 นาที ดังแสดงในรูปที่ 2 และได้แสดงรูปกากกาแฟก่อน สกัดน้ำมัน (ตามรูปที่ 3) กากกาแฟหลังจากสกัดน้ำมัน (ตามรูปที่ 4) และน้ำมันจากกากกาแฟ (ตามรูปที่ 5) ซึ่งกากกาแฟก่อนการสกัดจะมีสีดำเข้มกว่ากากกาแฟหลังจากผ่านกระบวนการสกัด และน้ำมันจากกาแฟมีสีดำและมีกลิ่นกาแฟ



รูปที่ 2 แสดงปริมาณผลได้ของไขมันกาแฟที่อัตราส่วน ของกากกาแฟกับเฮกเซน ที่ช่วงเวลาสกัด 2.5-60 นาที



รูปที่ 3 กากกาแฟ4อนสกัดน้ำมัน



รูปที่ 4 กากกาแฟหลังจากสกัดน้ำมัน



รูปที่ 5 น้ำมันจากกากกาแฟ

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดน้ำมันกาแฟที่อัตราส่วนการสกัด 1:15 g.g⁻¹ สามารถสกัดน้ำมันกาแฟได้มากที่สุด และเมื่อทำการแปรค่าเวลาพบว่าที่อัตราส่วนการสกัด 1:15 g.g⁻¹ สามารถสกัดน้ำมันกาแฟได้ใกล้เคียงกับที่อัตราส่วน 1:20 g.g⁻¹ และใช้เวลาในการสกัดเพียง 10 นาที ปริมาณน้ำมันกาแฟที่สกัดได้ก็จะเริ่มคงที่เข้าสู่ภาวะสมดุล และพบว่าได้ปริมาณผลได้ของน้ำมันกาแฟแต่ละเงื่อนไขคือ 13.2143, 14.0943 และ 14.7827 wt.% เมื่อใช้อัตราส่วนระหว่างกากกาแฟกับตัวทำละลายที่ 1:10 g.g⁻¹ (ที่เวลา 50 นาที), 1:15 g.g⁻¹ (ที่เวลา 40 นาที) และ 1:20 g.g⁻¹ (ที่เวลา 50 นาที) ตามลำดับ ขั้นตอนต่อไปน้ำมันกาแฟที่สกัดได้จะถูกนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่างๆ เพื่อนำไปหาสถานะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันกาแฟต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย และสถานที่ในการทำวิจัยของ โครงการนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Maria Valdez Ponté Rocha, Leonardo José Brandão Lima, Pablo Marciano da Silva Figueiredo, Izabelly Larissa Lucena, Fabiano André Narciso Fernandes, Luciana Rocha Barros Gonçalves (2014). Ultrasound-assisted production of biodiesel and ethanol from spent coffee grounds, Bioresource Technology, September 2014, pp. 167 : 343 – 348.
- [2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สถานวิจัยและพัฒนา พลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์มและพืช น้ำมัน, [ระบบ ออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www-biodiesel.eng. Psu.ac.th>, เข้าดูเมื่อวันที่ 25/08/2557.