ประสิทธิภาพของตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้ว
Efficiency of the adsorbents from Cassava peels for improvement of the quality of used vegetable oil

นลินนิภา เวียงนาค[1] และ อำนาจ เพชรรุ่งนภา[1]
[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: amnatp@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังและทดสอบประสิทธิภาพของตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืช โดยมุ่งเน้นไปที่การลดปริมาณสารประกอบโพลาร์ สาร conjugated diene (CD) และกรดไขมันอิสระ (FFA) โดยได้มีการพัฒนาตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังขึ้นมา 4 ชนิดแล้วนำไปใช้ในปรับปรุงคุณภาพน้ำมันพืชใช้แล้วโดยใช้อัตราส่วนตัวดูดซับ 1 กรัมต่อน้ำมันพืช 20 กรัมและใช้ระยะเวลาในการดูดซับ 180 นาที ผลการทดลองพบว่า ตัวดูดซับชนิด A3 ที่ผลิตด้วยการนำเปลือกมันสำปะหลังไปบดและเผาที่ 200 °C แล้วนำมาย่อยด้วย 1 N NaOH มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากสามารถลดปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืชให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 20% และลดปริมาณ FFA ได้ถึง 43.36 % เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชใช้แล้วที่ไม่ผ่านกระบวนการดูดซับ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าตัวดูดซับ A3 ไม่สามารลดปริมาณสาร CD ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้ จึงควรมีการปรับสภาวะที่ใช้ในกระบวนการดูดซับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มปริมาณตัวดูดซับที่ใช้ หรือเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวดูดซับ A3 ให้ดียิ่งขึ้น

คำสำคัญ ตัวดูดซับ, เปลือกมันสำปะหลัง, น้ำมันพืชใช้แล้ว

Abstract

This research aims to develop adsorbents from cassava peels and determine the effectiveness of adsorbents in improving the quality of used vegetable oil, focusing on reducing polar compounds, conjugated diene (CD) and free fatty acids (FFA). Four types of adsorbents were developed and used to improve used vegetable oil quality. The ratio of adsorbents and used vegetable oil was 1:20, and the contact time was 180 minutes. The results showed that adsorbent A3 produced by burning at 200 °C and digesting with 1 N NaOH was the most efficient. The amount of polar compounds in used vegetable oil was below 20% after adsorption process. In addition, the FFA amount was reduced by 43.36 % when compared to pre-absorbed used vegetable oil. However, we found that the adsorbent

A3 could not reduce the % CD in used vegetable oil. Therefore, the conditions used in the adsorption process, such as the amount of adsorbent and contact time, should be optimized in order to improve the efficiency of the adsorbent A3.

Keywords adsorbents, cassava peels, used vegetable oil

บทนำ

น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นสาเหตุที่สำคัญของมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมทั้งในประเทศไทยและหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจากเป็นขยะที่เกิดจากการบริโภคทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม หากมีการทิ้งน้ำมันพืชใช้แล้วไม่ถูกวิธีหรือทิ้งลงแหล่งน้ำจะทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย ส่งกลิ่นเหม็นเน่า และเกิดการอุดตันของท่อระบายน้ำ แม้จะมีการพยายามแก้ปัญหาดังกล่าวโดยนำน้ำมันพืชใช้แล้วมาผลิตเป็นไบโอดีเซล แต่คุณภาพของน้ำพืชใช้แล้วส่วนใหญ่ก็ไม่เพียงพอที่จะนำไปผลิตไบโอดีเซลได้ เนื่องจากมีสารปนเปื้อนมาก เช่น มีกรดไขมันอิสระสูง และเป็นไข ซึ่งจากรายงานของ European Biomass Industry Association พบว่าในปัจจุบันสัดส่วนการบริโภคน้ำมันพืชสูงกว่าการนำน้ำมันพืชใช้แล้วกลับมาใช้ประโยชน์ถึง 7 เท่า น้ำมันพืชใช้แล้วจึงจัดเป็นหนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้น้ำมันพืชใช้แล้วยังเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากในกระบวนการทอดอาหารมีการใช้ความร้อนสูง 150-200 องศาเซลเซียส จึงทำให้น้ำพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี เช่น มีสีเข้มขึ้น ความหนืดสูงขึ้น มีกลิ่นเหม็นหืน มีฟองมาก จุดเกิดควันต่ำลง มีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงขึ้น และเกิดสารพิษ ได้แก่ สารประกอบโพลาร์ (polar compound) และสารกลุ่มโพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (polycyclic aromatics hydrocarbon) (Choe & Min, 2007) ดังนั้นการบริโภคอาหารที่มีการใช้น้ำมันพืชซ้ำหลายครั้งจึงสามารถก่อให้เกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว ความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ มะเร็งกระเพาะอาหารและลำไส้ (Honerlaw J et. al, 2020) กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ออกพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2555 โดยกำหนดไว้ว่า ผู้ประกอบการอาหารที่มีการใช้น้ำมันในการผลิตอาหารเพื่อจำหน่าย ต้องใช้น้ำมันที่มีสารประกอบโพลาร์ไม่เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก อย่างไรก็ตามจากการศึกษาและสำรวจของหน่วยงานต่างๆ ยังพบปริมาณสารโพลาร์ในน้ำมันทอดอาหารเกินเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากการเปลี่ยนน้ำมันพืชบ่อยๆทำให้ต้นทุนของผู้ประกอบการสูงขึ้นมาก ดังนั้นหากมีวิธีที่สามารถปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการใช้งานของน้ำมันพืชใช้แล้วก็จะสามารถลดปริมาณน้ำพืชใช้แล้วที่จะถูกทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้สุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้นและยังช่วยลดต้นทุนของผู้ประกอบการอาหารได้อีกด้วย

ในกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังจะเกิดวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นจำนวนมากในรูปของเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำซึ่งคิดเป็นประมาณ 3% ของน้ำหนักมันสำปะหลังทั้งหมดที่เข้าสู่กระบวนการผลิตแป้งมัน ซึ่งเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำนี้มีราคาถูกเพียง 0.18-0.22 บาทต่อกิโลกรัม และยังไม่สามารถนำเปลือกดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ได้มากนัก จึงเกิดเป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก หากมีวิธีลดปริมาณหรือเพิ่มมูลค่าของเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกมันสำปะหลังมาพัฒนาและใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงและยืดอายุของน้ำมันพืชใช้แล้ว โดยมีรายงานการวิจัยพบว่าวิธีการใช้ตัวดูดซับ (adsorbent) เป็นวิธีที่น่าสนใจที่สามารถจะพัฒนาไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้วได้ โดยตัวดูดซับสามารถลดปริมาณสารประกอบโพลาร์ ปริมาณกรดไขมันอิสระ ปริมาณเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วได้ โดยตัวดูดซับที่นิยมใช้ ได้แก่ silica gel, bentonite, magnesium silicate, zeolite และ activated carbon เป็นต้น อย่างไรก็ตามตัวดูดซับดังกล่าวมีราคาแพงจึงยังไม่เหมาะจะนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม (Clowutimon et. al, 2011) และมีรายงานการวิจัยที่นำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาพัฒนาเป็นตัวดูดซับ เช่น ชานอ้อย แกลบ เปลือกสละ ฟางข้าว และกากกาแฟ เป็นต้น ซึ่งพบว่าสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำพืชใช้แล้วได้ (Farag et. al, 2009; Wannahari & Nordin, 2012) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการพัฒนาตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลัง ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเปลือกมันสำปะหลังร่อนน้ำมาพัฒนาเป็นตัวดูดซับเพื่อปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการใช้งานของน้ำมันพืชใช้แล้ว ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์คือ ช่วยลดวัสดุเหลือทิ้งของโรงงานแป้งมันสำปะหลังและเพิ่มอัตราการนำวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตแป้งมันสำปะหลังกลับมาใช้ใหม่และเพิ่มมูลค่า และยังได้ผลิตภัณฑ์ตัวดูดซับเพื่อปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการใช้งานของน้ำพืชสำหรับครัวเรือนและผู้ประกอบการอาหาร ส่งผลกระทบให้ปริมาณน้ำมันพืชใช้แล้วที่ถูกทิ้งลดลง จึงเป็นการช่วยลดปริมาณขยะครัวเรือนและอุตสาหกรรม ส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังเหลือทิ้ง
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้ว

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิของต้นแบบตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้ว ได้แก่ ปัจจัยด้านกรรมวิธีการผลิตตัวดูดซับ และปัจจัยทางด้านเวลา โดยจะศึกษาผลของปัจจัยดังกล่าวต่อปริมาณสารประกอบโพลาร์ ปริมาณสาร conjugated diene และปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันพืชที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วเปรียบเทียบกับน้ำมันที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างเปลือกมันสำปะหลังน้ำมันพืชใช้แล้ว

ตัวอย่างเปลือกมันสำปะหลังได้รับความอนุเคราะห์จากร้านค้าในตลาดมอกล้วยไข่ อำเภอเมืองกำแพงเพชร จังหวัดกำแพงเพชร ตัวอย่างน้ำมันพืชใช้แล้วได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ประกอบการอาหารทอดในตำบลน้ำชำ อำเภอสูงเม่น จังหวัดแพร่

2. การผลิตตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลัง

นำเปลือกมันสำปะหลังมาล้างเอาดินออกแล้วนำไปตากแดดและอบให้แห้ง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด แล้วเอาไปพัฒนาเป็นตัวดูดซับแบบต่างๆ ดังนี้

1) นำเปลือกมันสำปะหลังบดละเอียดไปเผาที่ 600 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจะได้เป็นตัวดูดซับที่ 1 (A1)
2) นำเปลือกมันสำปะหลังบดละเอียดไปเผาที่ 200 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจะได้เป็นตัวดูดซับที่ 2 (A2)
3) นำเปลือกมันสำปะหลังบดละเอียดไปเผาที่ 200 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจากนั้นนำเถ้ามาเติมสารละลาย 1 N NaOH และเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเถ้ามาล้างด้วยน้ำกลั่นและอบให้แห้ง ได้เป็นตัวดูดซับที่ 3 (A3)
4) นำเปลือกมันสำปะหลังบดละเอียดไปเผาที่ 200 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงจากนั้นนำเถ้ามาเติมสารละลาย 1 N H_2SO_4 และเขย่าที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเถ้ามาล้างด้วยน้ำกลั่นและอบให้แห้ง ได้เป็นตัวดูดซับที่ 4 (A4)

3. การทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้ว

นำตัวดูดซับทั้ง 4 แบบมาผสมกับน้ำมันพืชใช้แล้วในอัตราส่วน 1:20 ในขวดรูปชมพู่แล้วนำไปเขย่าที่ความเร็ว 200 rpm เป็นเวลา 180 นาที นำตัวอย่างน้ำมันพืชไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1000 g เวลา 10 นาที เพื่อแยกเอาตัวดูดซับออก จากนั้นจึงนำน้ำมันพืชไปตรวจสอบปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมัน ปริมาณสาร conjugated diene (CD) และปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA)

4. การวัดปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมัน

การวัดปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันทำได้โดยใช้ชุดทดสอบสารโพลาร์ในน้ำมันทอดซ้ำ Polar Blue Test (Master Lab) และทำการแปลผลโดยดูจากสี สีน้ำเงิน หมายถึง น้ำมันยังไม่เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์น้อยกว่า 20 % สีเขียว หมายถึง น้ำมันใกล้เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์ 20 – 25 % สีเหลือง หมายถึง น้ำมันเสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์มากกว่า 25 % ในการทดลองนี้มีการใช้น้ำมันพืชใช้แล้ว (UO) และน้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon (AC) และเปลือกมันสำปะหลังบด (GC) เป็นตัวเปรียบเทียบ

5. การวัดปริมาณสาร conjugated diene (CD)

การปริมาณ CD ทำตามวิธีมาตรฐานของ American Oil Chemists' Society (AOCS) โดยนำตัวอย่างน้ำมันพืชมาผสมกับ purified isooctane ให้ได้ความเข้มข้น 0.5 g L^{-1} จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 233 nm ปริมาณของสาร CD คำนวณจากสมการ: Conjugated dienoic acid (%) = $0.84(A/bc–K_0)$ โดย K_0 = ค่าคงที่ของการดูดกลืนแสงของหมู่ acid หรือ ester, A = ค่าการดูดกลืนแสงที่ 233 nm, B = path length, c = ความเข้มข้นของตัวอย่างในหน่วย g L^{-1} ในการทดลองนี้ได้ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และใช้น้ำมันพืชใช้แล้ว (UO) และน้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon (AC) เป็นตัวเปรียบเทียบ ในการทดลองนี้ทำการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติด้วย t-test

6. การวัดปริมาณ FFA

การวัดปริมาณ FFA ทำตามวิธีมาตรฐานของ Association of Official Analytical Chemists (AOAC) โดยเติมสารละลาย diethyl ether: ethanol (1:1 v/v) ปริมาตร 30 ml ผสมกับตัวอย่างน้ำมันพืช 2 g จากนั้นเติมสารละลาย 1% phenolphthalein และทำการไตเตรทด้วย 0.1 M NaOH ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันพืชจะแสดงเป็นค่าของปริมาณกรดปาล์มมิติก (mg) ต่อน้ำมันพืช 1 g โดยคำนวนจากสมการ:

$$FFA\ (mg/g) = \frac{C_{KOH} \times V_{KOH} \times 25.6 \times 1000}{W_{oil} \times 100}$$

โดย C_{NaOH} คือความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท, V_{NaOH} คือปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท, W_{oil} น้ำหนักของตัวอย่างน้ำมันพืชที่ใช้ในการไตเตรท ในการทดลองนี้ได้ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง และใช้น้ำมันพืชใช้แล้ว (UO) และน้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon (AC) เป็นตัวเปรียบเทียบ ในการทดลองนี้ทำการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติด้วย t-test

ผลการวิจัย

1. ปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืชที่ผ่านการดูดซับ

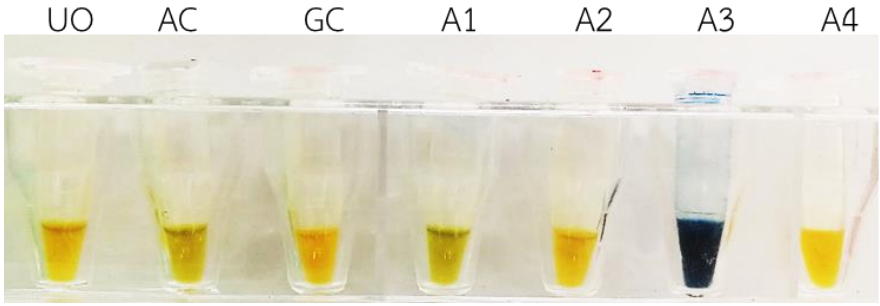
ผลการทดสอบสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืช (รูปที่ 1) แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างน้ำมันพืชใช้แล้ว (UO) เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์มากกว่า 25 % เนื่องจากเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบ Polar Blue Test แล้วได้สารละลายเป็นสีเหลือง ในส่วนของตัวดูดซับทั้ง 4 ชนิด ผลการทดลองพบว่าน้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย A3 เมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบแล้วได้สารละลายเป็นสีน้ำเงิน แปลผลได้ว่า น้ำมันยังไม่เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์น้อยกว่า 20 % นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย A1 และ AC เมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบแล้วได้สารละลายเป็นสีเขียว แปลผลได้ว่า น้ำมันใกล้เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์ 20 – 25 % และน้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย A2 A4 และ GC เมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบแล้วได้สารละลายเป็นสีเหลือง ผู้วิจัยจึงได้นำน้ำมันที่ผ่านการด้วยซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 ไปทดสอบหาปริมาณ CD และ FFA ต่อไป

2. ปริมาณ conjugated diene (CD) ในน้ำมันพืชที่ผ่านการดูดซับ

ผลการวัดปริมาณ CD ในน้ำมันพืช (รูปที่ 2) พบว่า น้ำมันพืชใช้แล้วที่ไม่ผ่านตัวดูดซับ (UO) มีค่า % CD อยู่ที่ 0.124 % น้ำมันพืชใช้แล้วที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon (AC) มีค่า % CD อยู่ที่ 0.121 % น้ำมันพืชใช้แล้วที่ผ่านการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 มีค่า % CD อยู่ที่ 0.133 % และ 0.136 % ตามลำดับ

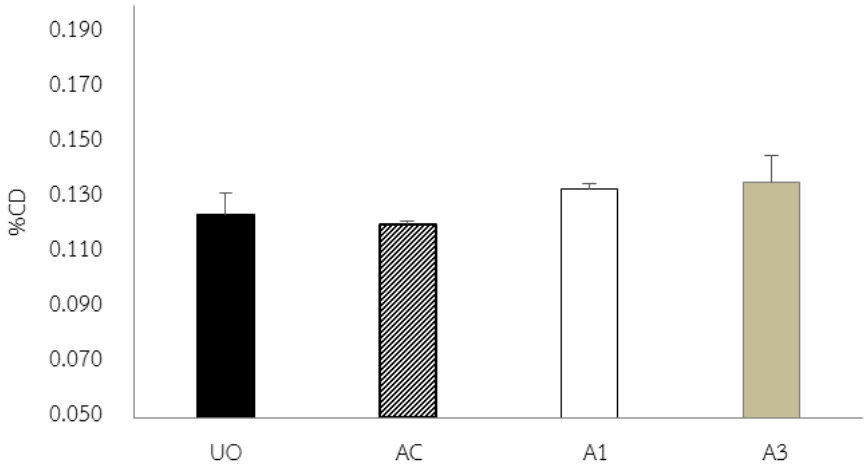
3. ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันพืชที่ผ่านการดูดซับ

ผลการวัดปริมาณ FFA ในน้ำมันพืช (รูปที่ 3) พบว่า น้ำมันพืชใช้แล้วที่ไม่ผ่านตัวดูดซับ (UO) มีค่าปริมาณ FFA เท่ากับ 12.80 mg g^{-1} น้ำมันพืชใช้แล้วที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon (AC) มีปริมาณ FFA เท่ากับ 10.24 mg g^{-1} น้ำมันพืชใช้แล้วที่ผ่านการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 มีปริมาณ FFA เท่ากับ 9.81 และ 7.25 mg g^{-1} ตามลำดับ

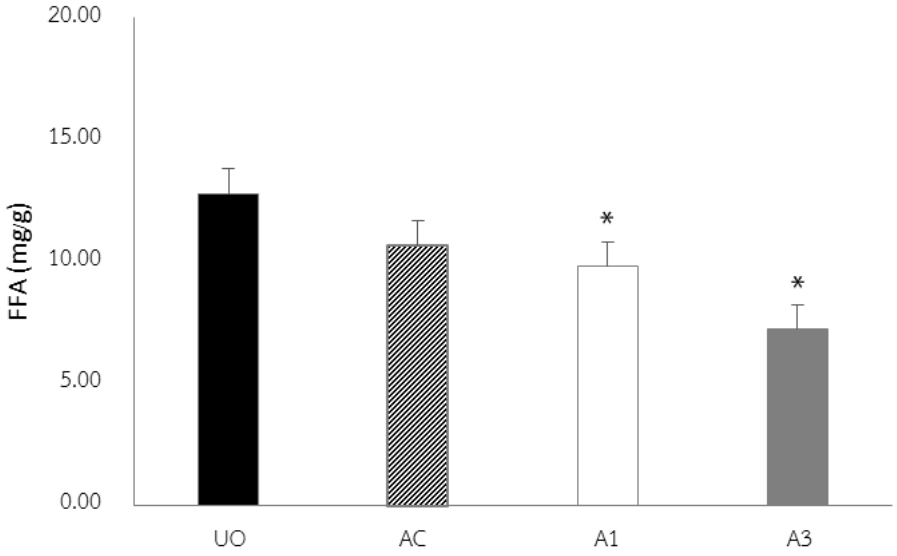


รูปที่ 1 ผลการทดสอบสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืชด้วยชุดทดสอบ Polar Blue Test

สีน้ำเงิน หมายถึง น้ำมันยังไม่เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์น้อยกว่า 20 % สีเขียว หมายถึง น้ำมันใกล้เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์ 20 – 25 % สีเหลือง หมายถึง น้ำมันเสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์มากกว่า 25 % (UO = น้ำมันพืชใช้แล้ว; AC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon; GC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยเปลือกมันสำปะหลังบด; A1 – A4 = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยตัวดูดซับที่ 1 – 4)



รูปที่ 2 ปริมาณ conjugated diene (CD) ในน้ำมันพืชที่ผ่านการดูดซับ
(UO = น้ำมันพืชใช้แล้ว; AC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon; GC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยเปลือกมันสำปะหลังบด; A1 และ A3 = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยตัวดูดซับที่ 1 และ 3)



รูปที่ 3 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ในน้ำมันพืชที่ผ่านการดูดซับ

(UO = น้ำมันพืชใช้แล้ว; AC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วย activated carbon; GC = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยเปลือกมันสำปะหลังบด; A1 และ A3 = น้ำมันที่ผ่านการดูดซับด้วยตัวดูดซับที่ 1 และ 3; เครื่องหมาย * แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่ม UO)

อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังและทดสอบประสิทธิภาพของตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืช โดยมุ่งเน้นไปที่การลดปริมาณสารประกอบโพลาร์ สาร conjugated diene (CD) และกรดไขมันอิสระ (FFA) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้แล้วเกิดการเสื่อมคุณภาพ เนื่องจากเมื่อทดสอบด้วยชุดทดสอบ Polar Blue Test แล้วได้สารละลายสีเหลือง ซึ่งสามารถแปลผลได้ว่ามีสารประกอบโพลาร์มากกว่า 25 % และเมื่อนำน้ำมันพืชใช้แล้วไปผ่านกระบวนการดูดซับ ผลการทดลองพบว่า ตัวดูดซับ A3 มีคุณสมบัติการกำจัดสารประกอบโพลาร์ออกจากน้ำมันพืชใช้แล้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากหลังจากที่ทดสอบด้วยชุดทดสอบแล้วได้สารละลายสีน้ำเงินแปลผลได้ว่าน้ำมันยังไม่เสื่อมคุณภาพและมีสารประกอบโพลาร์น้อยกว่า 20 % ซึ่งสามารถลดลงได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2555 ที่กำหนดไว้ว่า ผู้ประกอบการอาหารที่มีการใช้น้ำมันในการผลิตอาหารเพื่อจำหน่าย ต้องใช้น้ำมันที่มีสารประกอบโพลาร์ไม่เกินร้อยละ 25 ของน้ำหนัก และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบโพลาร์ของตัวดูดซับ พบว่าตัวดูดซับ A3 นั้นมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืชใช้แล้วสูงที่สุดเมื่อเทียบกับตัวดูดซับชนิดอื่นและ activated carbon ซึ่งเป็นไปได้ว่าประสิทธิภาพของตัวดูดซับที่แตกต่างกันมาจากขั้นตอนการพัฒนาที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้โครงสร้างและคุณสมบัติการเคมีของตัวดูดซับนั้นมีความแตกต่างกันไปด้วย (Wannahari & Nordin, 2012)

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยพบว่า เมื่อนำน้ำมันพืชใช้แล้วไปผ่านกระบวนการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 ไม่สามารถลดปริมาณสาร CD ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้ เนื่องจากปริมาณสาร CD ในน้ำมันพืชก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ (UO) และหลังผ่านกระบวนการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 A3 และ activated carbon (AC) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติเมื่อทดสอบด้วย t-test ซึ่งในอนาคตอาจจะมีการปรับสภาวะที่ใช้ในกระบวนการดูดซับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มปริมาณตัวดูดซับที่ใช้ หรือเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับก็อาจจะสามารถลดปริมาณสาร CD ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้

ในการทดสอบปริมาณสาร FFA พบว่า เมื่อนำน้ำมันพืชใช้แล้วไปผ่านกระบวนการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 สามารถลดปริมาณ FFA ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในน้ำมันพืชก่อนผ่านกระบวนการดูดซับ (UO) มีปริมาณ FFA อยู่ที่ 12.80 mg g^{-1} แต่หลังจากผ่านกระบวนการดูดซับด้วยตัวดูดซับ A1 และ A3 พบว่าปริมาณ FFA อยู่ที่ 9.81 และ 7.25 mg g^{-1} ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงเท่ากับ 23.36 และ 43.36 % ตามลำดับ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของตัวดูดซับ A1 และ A3 ในการลดปริมาณ FFA ในน้ำมันพืชใช้แล้วยังต่ำกว่าเมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Chairgulprasert และคณะ (2018) ซึ่งทำการพัฒนาตัวดูดซับจากกากกาแฟและสามารถลดปริมาณ FFA ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้ถึง 73.7 % (Chairgulprasert & Madlah, 2018) ซึ่งในอนาคต ผู้วิจัยจะทำการปรับสภาวะที่ใช้ในกระบวนการดูดซับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวดูดซับในการกำจัด FFA ในน้ำมันพืชใช้แล้วให้ดียิ่งขึ้นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่อไปในอนาคต

โดยสรุป งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาตัวดูดซับจากเปลือกมันสำปะหลังและทดสอบประสิทธิภาพของตัวดูดซับในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืช โดยพบว่าตัวดูดซับ A3 ที่ผลิตโดยการนำเปลือกมันสำปะหลังไปบดและเผาที่ 200 ^{o}C แล้วนำมาย่อยด้วย 1 N NaOH มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากสามารถลดปริมาณสารประกอบโพลาร์ในน้ำมันพืชให้อยู่ในระดับต่ำกว่า 20% และลดปริมาณ FFA ได้ถึง 43.36 % เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันพืชใช้แล้วที่ไม่ผ่านกระบวนการดูดซับ แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าตัวดูดซับ A3 ไม่สามารถลดปริมาณสาร CD ในน้ำมันพืชใช้แล้วได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการปรับสภาวะที่ใช้ในกระบวนการดูดซับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น เพิ่มปริมาณตัวดูดซับที่ใช้ หรือเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวดูดซับ A3 ในการกำจัดสาร CD และ FFA ในน้ำมันพืชใช้แล้วให้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผ่านกองทุนวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) และมหาวิทยาลัยนเรศวร ปีงบประมาณ 2564 รหัสโครงการ R2564B017 และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงดาว

จันทร์เนย อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เตาสำหรับเผาเปลือกมันสำปะหลัง

เอกสารอ้างอิง

Chairgulprasert, V., & Madlah, P. (2018). Removal of Free Fatty Acid from Used Palm Oil by Coffee Husk Ash. Science & Technology Asia, 23(3), 1-9.

Choe, E. & Min, D. (2007). Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. Journal of Food Science, 72(5), R77–R86.

Clowutimon, W., Kitchaiya, P., & Assawasaengrat, P. (2011). Adsorption of Free Fatty Acid from Crude Palm Oil on Magnesium Silicate Derived from Rice Husk. Engineering Journal, 15(3), 15–26.

Farag, R. S., Basuny, A. M. M., Arafat, S. M., & Arafa, S. A. (2009). Use of some agricultural waste hull ashes for the regeneration of fried sunflower oil. International Journal of Food Science & Technology, 44(9), 1850–1856.

Honerlaw, J. P., Ho, Y. L., Nguyen, X. M. T., Cho, K., Vassy, J. L., Gagnon, D. R., O'Donnell, C. J., Gaziano, J. M., Wilson, P. W., & Djousse, L. (2020). Fried food consumption and risk of coronary artery disease: The Million Veteran Program. Clinical Nutrition, 39(4), 1203–1208.

Wannahari, R. & Nordin, MFN. (2012). The Recovery of Used Palm Cooking Oil Using Bagasse as Adsorbent. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 5(1), 59–62.