การดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบด้วยตัวดูดซับซิลิกาที่สังเคราะห์จากเถ้าลอยชานอ้อย

The Adsorption of Free Fatty Acid in Crude Palm Oil on Silica from Bagasse Fly Ash

พิณเทพ เศรษฐโภคิน[1] พุทธชาด จันทร์เมือง[1] พรสวรรค์ อัศวแสงรัตน์[1] และ สุธาสินี เนรมิตตกพงศ์[2]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2]ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการสังเคราะห์ซิลิกาจากเถ้าลอยชานอ้อยเพื่อใช้เป็นตัวดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ โดยสกัดซิลิกาจากเถ้าลอยชานอ้อยด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ โดยใช้เวลาในการกวนผสม 1 ชั่วโมง ตกตะกอนซิลิกาด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ นำเจลที่ได้ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้ตัวดูดซับซิลิกา หลังจากนั้นเตรียมตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะด้วยวิธีการเดียวกันแต่เติมสารละลายโลหะไนเตรตเพื่อตกตะกอนและเผาของแข็งที่ได้ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โลหะที่ศึกษามี 4 ชนิด คือ อะลูมิเนียม เหล็ก นิกเกิล และคอปเปอร์ เมื่อทดลองดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบที่มีปริมาณของกรดไขมันอิสระ 3.40% โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าตัวดูดซับที่มีส่วนผสมของโลหะคอปเปอร์มีความสามารถในการดูดซับสูงที่สุดเท่ากับ 405 มิลลิกรัมต่อกรัม จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณโลหะเหล็ก นิกเกิล และคอปเปอร์ที่ปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) ผลวิเคราะห์แสดงปริมาณโลหะปนเปื้อนในน้ำมันปาล์มดิบผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข โดยตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะคอปเปอร์เกิดความปนเปื้อนของโลหะคอปเปอร์เท่ากับ 0.145 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ : การดูดซับ, กรดไขมันอิสระ, เถ้าลอยชานอ้อย

Abstract

This research is to syntheses silica from bagasse fly ash for using as an adsorbent for the adsorption of free fatty acids in crude palm oil. Silica gels were prepared from fly ash by stirring with 1 M NaOH for 1 h followed by acid precipitation using 1 M HCl. The silica gels were dried at 100°C to obtain silica. Silica-incorporated metal ion was synthesized with the similar method as silica but using an aqueous of metal nitrate instead of hydrochloric acid and then calcined the solid products at 500°C for 3 h. The effect of incorporate-metal (aluminum, iron, nickel and copper) ions on the adsorption of free fatty acids from crude palm oil was investigated. The adsorptions of free fatty acids in crude palm oil with

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

initial concentration 3.40 wt% of free fatty acids using silica or silica-incorporated metal ion were carried out in batch stirred reactor at 50°C for 1 h. It has been showed that the silica-incorporated copper had the most effective in reducing free fatty acids. The amount of adsorbed free fatty acid on the silica-incorporated copper was 405 mg/g. The amounts of metal (Fe, Ni and Cu) contamination in palm oil after the adsorption were analyzed by Atomic Absorption Spectroscopy AAS. These three adsorbents permitted the acceptable metal contaminant level according to the code of Ministry of Public Health. The amount of copper ion in palm oil after the adsorption was 0.145 ppm.

Key Words : Adsorption, Free Fatty Acid, Bagasse Fly Ash

1. บทนำ

ชานอ้อยเป็นเศษที่เหลือจากการหีบเอาน้ำอ้อยออกจากต้นอ้อย เป็นส่วนที่มีเส้นใยปริมาณมาก ทางโรงงานจะนำไปเผาไหม้เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานความร้อนและผลิตไอน้ำ หลังจากการเผาไหม้จะทำให้เกิดเถ้าลอยขึ้น เรียกว่าเถ้าลอยชานอ้อย [1]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเถ้าลอยชานอ้อยมีปริมาณซิลิกาใกล้เคียงกับเถ้าลอยแกลบข้าว คือประมาณ 60 % โดยน้ำหนัก Kalapathy Proctor และ Shultz [2] เสนอวิธีสกัดซิลิกาจากเถ้าลอยแกลบข้าว โดยการนำเถ้าไปปั่นกวนในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเพื่อกำจัดสารเจือปนบางชนิดออกก่อนนำไปต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อละลายซิลิกา ตกตะกอนซิลิกาด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะได้ซิลิกาในรูป Xerogel ซึ่งเมื่อนำไปล้างด้วยน้ำ แล้วอบแห้งอีกครั้ง จะได้ซิลิกาที่มีความบริสุทธิ์ 91% โดยมีความชื้น 2.6%

Farook Adam และ Joo-Hann Chua [3] ทำการสังเคราะห์ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอะลูมิเนียมจากเถ้าลอยแกลบข้าวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ด้วยวิธีเช่นเดียวกับ Kalapathy แบ่งตัวดูดซับส่วนหนึ่งไปเผา (Calcination) ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ดูดซับกรดปาล์มิติก (Palmytic Acid) ในไอโซออกเทนเข้มข้น 0.5096 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอะลูมิเนียมที่ผ่านการเผามีความสามารถในการดูดซับสูงกว่าตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอะลูมิเนียมที่ไม่ผ่านการเผา

จากงานวิจัยเกี่ยวกับเถ้าลอยของแกลบข้าวดังกล่าว และคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันระหว่างเถ้าลอยแกลบข้าวกับเถ้าลอยชานอ้อย จึงเป็นแนวคิดในการเพิ่มมูลค่าเถ้าลอยชานอ้อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสังเคราะห์ตัวดูดซับซิลิกา และตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะ จากเถ้าลอยชานอ้อย เพื่อใช้เป็นตัวดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ ทั้งนี้จะศึกษาถึงชนิดของโลหะที่จะใช้เป็นส่วนผสมของตัวดูดซับเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระ โลหะที่ศึกษามี 4 ชนิดคือ โลหะอะลูมิเนียม เหล็ก นิกเกิล และคอปเปอร์ โดยโลหะเหล็กและคอปเปอร์ มีข้อกำหนดปริมาณปนเปื้อนในน้ำมันตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข [4] และโลหะนิกเกิลมีความเป็นพิษจากการรับประทานน้อย ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะทั้ง 4 ชนิด จะนำมาเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระ และปริมาณปนเปื้อนโลหะในน้ำมันที่ผ่านการดูดซับ เพื่อเลือกชนิดของโลหะที่เหมาะสมในการปรับปรุงตัวดูดซับซิลิกามากที่สุด

2. การทดลอง

2.1 การสกัดตัวดูดซับซิลิกาจากเถ้าลอยชานอ้อย

ผสมเถ้าลอย 10 กรัม ลงในน้ำกลั่น 60 มิลลิลิตร ปรับค่า pH ให้มีค่าเท่ากับ 1 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ ปั่นกวน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมง นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No. 41) ล้างเถ้าลอยด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บส่วนเถ้าลอยผสมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ปั่นกวนที่อุณหภูมิ 70 ถึง 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No. 41) ล้างเถ้าลอยด้วยน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร เก็บส่วนของเหลวเอาไว้ ทิ้งให้เย็นตัวลงถึงอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ จนมี pH เท่ากับ 7 ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดเป็นเจล ประมาณ 18 ชั่วโมง เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร และคนให้เจลละลาย นำไปเหวี่ยงแยกที่ 2,500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที เพื่อแยกน้ำออกจากซิลิกาเจล อบไล่น้ำที่เหลืออยู่ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำซิลิกาที่ได้ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นและบดสารให้ละเอียด

2.2 การสังเคราะห์ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะ

ผสมเถ้าลอย 40 กรัม ลงใน สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ปั่นกวนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No. 41) ล้างเถ้าลอยด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บส่วนเถ้าลอยที่กรองได้ไปอบเพื่อไล่น้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำเถ้าลอยที่ผ่านการล้างกรดแล้ว ผสมลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ปั่นกวนที่อุณหภูมิปกติ 18 ชั่วโมง นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No. 41) ล้างเถ้าลอยด้วยน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เก็บส่วนของเหลวเอาไว้ แบ่งของเหลวที่ได้เป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน เตรียมสารละลายกรดไนตริกที่มีส่วนผสมของโลหะปริมาณ 0.01 โมลาร์ ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งเตรียมจากสารละลายกรดไนตริกความเข้มข้น 3 โมลาร์ ปริมาตร200 มิลลิลิตร ละลายโลหะไนเตรตเป็นปริมาณ 2.5 มิลลิโมล คิดเป็นน้ำหนักโลหะอะลูมิเนียม เหล็ก นิกเกิลและคอปเปอร์เท่ากับ 0.944, 1.017, 0.732 และ 0.608 กรัมตามลำดับ เติมสารละลายกรดลงในของเหลวที่แบ่งไว้ ด้วยกรดที่มีส่วนผสมของโลหะแต่ละชนิดลงในของเหลวที่แบ่งเตรียมไว้ 4 ส่วนจนของเหลวมีค่า pH เท่ากับ 1 ตั้งทิ้งไว้ 6 วัน จะมีตะกอนสีส้มแดงเกิดขึ้น กรองออกทั้งหมดด้วยกระดาษกรอง (Whatman No. 41) แล้วนำของเหลวมาไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 2 โมลาร์ จนของเหลวมีค่า pH เท่ากับ 2 หรือ 3 ทำให้ครบทั้ง 4 ส่วนที่แบ่งไว้ ตั้งทิ้งไว้อีก 6 วัน ให้เกิดเป็นเจล คนให้เจลละลาย นำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman No. 41) เพื่อแยกน้ำออกจากเจล อบไล่น้ำที่เหลืออยู่ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะที่ได้ออกมาทิ้งไว้ให้เย็นและบดสารให้ละเอียด นำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงจะได้ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะทั้ง 4 ชนิด

2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบตัวดูดซับซิลิกาและตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะ

วิเคราะห์องค์ประกอบตัวดูดซับซิลิกาที่สังเคราะห์โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ X-Ray Fluorescence Spectroscopy (XRF)

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบด้วยตัวดูดซับซิลิกาที่สังเคราะห์ได้

อุ่นน้ำมันปาล์มดิบให้ละลายเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นำน้ำมันปาล์มดิบที่ละลายแล้วปริมาณ 12.5 กรัม เทลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ผสมตัวดูดซับ 0.5 กรัม ลงในน้ำมัน ปั่นกวนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แบ่งน้ำมันที่ผ่านการดูดซับแล้วปริมาณ 5 กรัม มาทดสอบหาปริมาณกรดไขมันอิสระด้วยการไทเทรต ตามวิธีของ American Oil Chemists' Society (AOCS) Ca 5a-40

2.5 การทดสอบความเป็นเบสของตัวดูดซับ [5]

เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 3.42 โมลาร์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เทตัวดูดซับ 0.2 กรัม ลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ปิดฝาบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟอยล์ ปั่นกวน 30 ชั่วโมง กรองสารละลายที่ได้ ไทเทรตด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ริก ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ปริมาณสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตจะใช้คำนวณปริมาณของไฮดรอกไซด์ไอออนที่หลุดออกมาจากตัวดูดซับ

2.6 การวิเคราะห์ความปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำมันปาล์มดิบ

นำน้ำมันที่ผ่านการดูดซับปริมาณ 2 กรัม ไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเถ้าที่ได้จากการเผา ผสมลงในสารผสมระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา อุ่นสารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที กรองสารละลายเพื่อกำจัดเถ้าที่ไม่ถูกย่อย เจือจางสารละลายที่ได้ ด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเท่ากับ 100 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

3. ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาความเป็นไปได้ในการสกัดตัวดูดซับซิลิกาและความจำเป็นของการล้างเถ้าลอยด้วยกรด

เถ้าลอยชานอ้อยสามารถสกัดตัวดูดซับซิลิกาได้ โดยเถ้าลอยชานอ้อย 10 กรัม สามารถสกัดตัวดูดซับซิลิกาได้ประมาณ 3 กรัม เมื่อศึกษาความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระของตัวดูดซับทั้ง 3 ชนิด คือ เถ้าลอยชานอ้อย ตัวดูดซับซิลิกาที่ไม่ผ่านการล้างกรด และตัวดูดซับซิลิกาที่ผ่านการล้างกรด โดยใช้น้ำมันปาล์มดิบซึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 3.47 % โดยน้ำหนัก คำนวณปริมาณกรดไขมันอิสระที่ถูกดูดซับ พบว่า ลำดับตัวดูดซับที่มีความสามารถในการดูดซับสูง คือตัวดูดซับซิลิกาที่ผ่านการล้างกรด เถ้าลอยชานอ้อย และตัวดูดซับซิลิกาที่ไม่ผ่านการล้างกรด ซึ่งมีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระที่ดูดซับได้เท่ากับ 170, 110 และ 90 มิลลิกรัมต่อกรัมตามลำดับ เถ้าลอยชานอ้อยซึ่งสารปนเปื้อนอื่นมากอาจทำให้เกิดการดูดซับทางเคมี (Chemisorption) จึงมีความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระดีกว่าซิลิกาที่ไม่ล้างกรด แต่การล้างกรดสามารถช่วยกำจัดสารปนเปื้อนอื่นที่ปิดกั้นรูพรุนของซิลิกามากกว่าการกำจัดสารปนเปื้อนที่ช่วยในการดูดซับทางเคมี จึงมีความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระสูงที่สุด

เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวดูดซับทั้ง 3 ชนิดด้วยเครื่อง XRF แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ตัวดูดซับซิลิกาที่ผ่านการล้างกรดมีสัดส่วนของซิลิกาสูงที่สุด และมีปริมาณสารเจือปนอื่นๆน้อย เถ้าลอยชานอ้อยมีชนิดของสารเจือปนมากที่สุด

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวดูดซับด้วย XRF

องค์ประกอบ (% โดยน้ำหนัก)	ชนิดตัวดูดซับ		
	เถ้าลอยชานอ้อย	ซิลิกา (ไม่ล้างกรด)	ซิลิกา (ล้างกรด)
SiO_2	72.80	95.20	98.00
CaO	9.70	-	-
Al_2O_3	6.80	1.43	0.86
Fe_2O_3	4.27	-	-
K_2O	2.21	0.22	0.04
MgO	1.68	-	-
P_2O_5	1.10	0.27	0.20
TiO_2	0.62	-	-
Na_2O	0.13	2.63	0.69
SO_3	0.20	-	-
MnO	0.19	-	-

3.2 การปรับปรุงความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระของตัวดูดซับซิลิกาโดยการเติมโลหะ

เมื่อนำตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะแต่ละชนิด (อะลูมิเนียม เหล็ก นิกเกิล และคอปเปอร์) ทดสอบการดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ 2 ความเข้มข้น คือปริมาณกรดไขมันอิสระเท่ากับ 3.40 และ 2.89 % โดยน้ำหนักและคำนวณค่าความสามารถใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซับกรดไขมันอิสระ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 2 ซึ่งตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะคอปเปอร์มีค่าสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 405 และ 216.70 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และจากผลการทดลอง ปริมาณของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ มีผลต่อความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับที่มีส่วนผสมของโลหะทั้ง 4 ชนิด

ตารางที่ 2 ความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะ

ชนิดโลหะที่เป็นส่วนผสมของตัวดูดซับซิลิกา	ความสามารถในการดูดซับ (มิลลิกรัม/กรัม)	
	น้ำมันปาล์มดิบที่มีกรดไขมันอิสระ 3.40 % โดยน้ำหนัก	น้ำมันปาล์มดิบที่มีกรดไขมันอิสระ 2.89 % โดยน้ำหนัก
ไม่เติม	65	-
อะลูมิเนียม	100	84.86
เหล็ก	340	94.54
นิกเกิล	190	75.49
คอปเปอร์	405	216.70

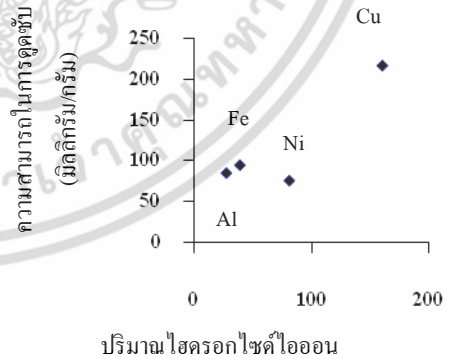
เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวดูดซับที่มีส่วนผสมของโลหะด้วยเครื่อง XRF แสดงดังตารางที่ 3 โดยตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอะลูมิเนียมมีปริมาณซิลิกาออกไซด์มากที่สุด คือ 89.50 % โดยน้ำหนัก ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอื่นมีปริมาณเหล็กออกไซด์ นิกเกิลออกไซด์ และคอปเปอร์ออกไซด์เจือปน 6.75, 6.39 และ 7.94 % โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับกรดไขมันอิสระกับ ปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนในตัวดูดซับ

จากผลการทดลองหาค่าความเป็นเบสของตัวดูดซับตามขั้นตอนการทดลองที่ 2.5 พบว่าตัวดูดซับที่มีปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนมากจะมีความสามารถในการดูดซับสูงดังแสดงในรูปที่ 1 ยกเว้นตัวดูดซับที่มีส่วนผสมของโลหะนิกเกิล เนื่องจากโลหะนิกเกิลสามารถเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนภายในตัวดูดซับได้ง่าย ทำให้ความสามารถในการดูดซับต่ำ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะด้วย XRF

องค์ประกอบ (% โดยน้ำหนัก)	ชนิดโลหะที่เป็นส่วนผสมของตัวดูดซับซิลิกา			
	อะลูมิเนียม	เหล็ก	นิกเกิล	คอปเปอร์
SiO_2	89.50	77.90	83.10	74.8
Al_2O_3	5.12	4.56	4.97	4.54
Na_2O	4.90	10.40	5.11	12.50
MgO	0.28	-	-	-
Fe_2O_3	-	6.75	-	-
NiO	-	-	6.39	-
CuO	-	-	-	7.94



รูปที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับกับปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนในตัวดูดซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ความปนเปื้อนของโลหะในน้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดูดซับ

เมื่อวิเคราะห์น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดูดซับกรดไขมันอิสระด้วยตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่อง AAS พบว่า ลำดับของโลหะที่เป็นส่วนผสมของตัวดูดซับที่ทำให้น้ำมันปาล์มดิบเกิดความปนเปื้อนของโลหะจากสูงไปต่ำ คือ เหล็ก นิกเกิล และคอปเปอร์ ซึ่งมีปริมาณโลหะในน้ำมันปาล์มดิบเท่ากับ 1.167, 1.015 และ 0.145 พีพีเอ็ม (ppm) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อกำหนดปริมาณโลหะที่ปนเปื้อนในน้ำมันตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข น้ำมันปาล์มดิบที่ผ่านการดูดซับกรดไขมันอิสระโดยใช้ตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะเหล็กและคอปเปอร์ มีปริมาณโลหะปนเปื้อนผ่านมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขคือไม่เกิน 5.0 และ 0.4 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ดังนั้นการกำจัดกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบโดยการดูดซับด้วยตัวดูดซับซิลิกาที่สังเคราะห์จากเถ้าลอยชานอ้อยจึงมีความเป็นไปได้ในการออกแบบหน่วยดูดซับและใช้งานจริงในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันสำหรับบริโภค

4. สรุปผลการทดลอง

ตัวดูดซับซิลิกาสามารถสังเคราะห์จากเถ้าลอยชานอ้อยได้เช่นเดียวกับเถ้าลอยแกลบข้าว และเมื่อนำไปปรับปรุงโดยการเติมโลหะคอปเปอร์ จะสามารถใช้เป็นตัวดูดซับกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบได้ดีกว่าตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะอะลูมิเนียม เหล็กและนิกเกิล โดยตัวดูดซับซิลิกาที่มีส่วนผสมของโลหะคอปเปอร์มีค่าความเป็นเบสสูงที่สุด คือมีปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนเท่ากับ 160.50 ไมโครโมลต่อกรัมตัวดูดซับ และทำให้น้ำมันเกิดความปนเปื้อนของโลหะคอปเปอร์เท่ากับ 0.145 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมซึ่งผ่านมาตรฐานด้านการปนเปื้อนของโลหะคอปเปอร์ตามกำหนดคุณภาพน้ำมันสำหรับบริโภคของประกาศกระทรวงสาธารณสุข

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนด้านเงินทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ธิติมา รักธรรมดี และ มนตรี โฆสิตดุลย์. “การดูดซับโครเมียมในน้ำเสีย ด้วยชานอ้อยที่กระตุ้นด้วยซิงค์คลอไรด์.” ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544

[2] Kalapathy U., Proctor A. and Shultz J., “A Simple Method for Production of Pure Silica from Rice Hull Ash,” Biores. Technol., Vol. 73, 2000, pp. 257-262

[3] Farook A., & Joo H. C., “The Adsorption of Palmytic Acid on Rice Husk Ash Chemically Modified with Al(III) Ion Using the Sol-gel Technique,” J. Colloid Interface Sci., Vol. 280, 2004, pp. 55-61

[4] กระทรวงสาธารณสุข ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 205 พ.ศ. 2543 เรื่องน้ำมันและไขมัน. [Online].Available :http://elib.fda.moph.go.th/library/default.asp?page2=detail&ngid=102

[5] Ian A. Fisher and Alexis T. Bell, “A Mechanistic Study of Methanol Decomposition over Cu/SiO_2, ZrO_2/SiO_2 and $Cu/ZrO_2/SiO_2$,” Journal of catalysis, Vol. 184, 1999, pp. 357 - 376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้