ประสิทธิภาพของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าในการดูดซับน้ำมัน

The study of banana peels, Kluai Khai (*Musa* (AA group)) and Kluai Numwa (*Musa* ssp. ABB group), for oil adsorption

จันทิมา แช่มช้อย[1], ณัฐพงศ์ ดิษฐเจริญ[1], อธิรดา บุญเดช[1]*.

Janthima Chaemchoi [1], Nutthapong Discharoen[1], Atirada Boondech[1*]

[1] มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร 69 หมู่ที่ 1 ต.นครชุม จ.กำแพงเพชร 62000

[1] Kamphaeng Phet Rajabhat University 69 Moo 1 Na Nakhon chum Mueang Kamphaeng Phet 62000

***Corresponding author E-mail: atirada@hotmail.com**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้า ในการดูดซับน้ำมัน 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซล โดยทดสอบของอุณหภูมิและความหนาของผิวน้ำมันที่มีผลต่อการดูดซับ จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่า อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส มีการดูดซับดีที่สุด และความหนาของผิวน้ำมันที่ 4, 5, 6 และ 7 มิลลิเมตร ตามลำดับ พบว่าความหนาของน้ำมันที่ 5 มิลลิเมตร มีการดูดซับดีที่สุด เปลือกกล้วยไข่ดูดซับน้ำมันได้ดีกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้า คือ ดูดซับน้ำมันพืชได้ 15.65 กรัม และดูดซับน้ำมันดีเซลได้ 3.17 กรัม ในขณะที่เปลือกกล้วยน้ำว้าดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองได้ 10.95 กรัม และดูดซับน้ำมันดีเซลได้ 2.45 กรัม จากผลการศึกษาทำให้ทราบว่าเปลือกกล้วยเป็นอีกหนึ่งวัสดุจากธรรมชาติที่มีต้นทุนต่ำและสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุดูดซับน้ำมันได้

คำสำคัญ: เปลือกกล้วยไข่ เปลือกกล้วยน้ำว้า น้ำมัน การดูดซับ

Abstract

This research is a study of efficiency of Kluai Khai (*Musa* (AA group)) banana peels and Kluai Namwa (*Musa* (ABB group)) banana peels for oil adsorbtion. The two types of oil, soybean oil and diesel oil, were adsorption tested with temperature effect (20, 25, 30, 35, 40 and 45 (°C)) and the oil thickness (4, 5, 6 and 7 (mm.)). The result indicated that at the temperature of 20 °C with the thickness of oil surface at 5 mm., the adsorption was at its best. Kluai Khai banana peels are better than Kluai Namwa banana peels in absorbing oil. It showed that Kluai Khai banana peels can absorb vegetable oil at 15.65 grams and diesel oil at 3.17 grams while Kluai Namwa banana peels can absorb vegetable oil at 10.95 grams and diesel oil at 2.45 grams. From the result showed above, it indicated that banana peels is one of the natural materials with low cost that can be used as absorbing material for oil.

Keywords: Kluai Khai banana (*Musa* (AA group)) peels, Namwa banana (*Musa* (ABB group)) peels, Oil, Adsorbtion

บทนำ

มลพิษจากการรั่วไหลของน้ำมันลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ ถือได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญที่คนทั่วโลกเกิดความตระหนักถึงผลกระทบที่ร้ายแรงต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น [1] แบ่งออกได้เป็นปัญหาระดับมหภาคที่ต้องใช้องค์กรขนาดใหญ่เข้ามาแก้ไข เช่น อุบัติเหตุเรือบรรทุกน้ำมันปิโตรเลียมล่มในทะเลและท่อส่งน้ำมันดิบกลางทะเลรั่วไหล [2] หรือปัญหาระดับจุลภาคที่มักพบเจอในกิจวัตรประจำวันของมนุษย์ [3] เช่น น้ำมันดีเซลจากเครื่องยนต์ทางการเกษตรโดยเฉพาะในเครื่องสูบน้ำหรือในเครื่องยนต์รถไถมักจะรั่วไหลลงสู่แปลงนาหรือบ่อเลี้ยงปลาของเกษตรกร ทำให้ต้นข้าวในแปลงนาเกิดความเสียหายหรือปลาในบ่อเลี้ยงตาย ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงทั้งด้านคุณภาพชีวิตและด้านเศรษฐกิจของเกษตรกรเอง นอกจากปัญหาน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์การเกษตรแล้วน้ำมันถั่วเหลืองซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการบริโภคของมนุษย์อาจปนเปื้อนไหลลงสู่แม่น้ำลำคลองจากการชำระล้างภาชนะที่ใส่ของบริโภคนั้นก็เป็นอีกปัญหาหนึ่ง [4] โดยทั่วไปแล้วปัญหานี้ไม่ค่อยเป็นที่กังวลหรือเป็นที่สนใจของนักสิ่งแวดล้อมและประชาชนทั่วไปมากนัก เนื่องจากน้ำมันถั่วเหลืองไม่ได้มีความเป็นพิษมากเท่ากับน้ำมันปิโตรเลียมอีกทั้งยังมีการย่อยสลายที่เร็วกว่า อย่างไรก็ตามปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันถั่วเหลืองส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกันเพราะน้ำมันถั่วเหลืองมีค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ต่ำกว่าน้ำเช่นเดียวกับน้ำมันต่าง ๆ ทำให้เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำ น้ำมันจะลอยอยู่เหนือผิวน้ำและขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างอากาศและน้ำเป็นอุปสรรคต่อการหายใจของสัตว์น้ำ นอกจากนี้น้ำมันถั่วเหลืองยังปิดกั้นแสงสว่างที่ส่องลงสู่ผิวน้ำทำให้มีผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของพืชใต้น้ำอีกด้วย [5]

วิธีการแก้ปัญหามลภาวะโดยการกำจัดคราบน้ำมันต่าง ๆ ที่ลอยอยู่บนพื้นผิวน้ำ เป็นเรื่องที่ท้าทายอย่างมาก [6] นักสิ่งแวดล้อมได้จำแนกการขจัดคราบน้ำมันออกเป็น 3 เทคนิค คือ การใช้สารเคมี (Chemical methods) [1] เช่น การทำปฏิกิริยาเคมีให้น้ำมันแยกตัวหรือสลายตัว (Dissolution) การทำให้น้ำมันเกิดปฏิกิริยาเคมีรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน (Oxidation) ทำให้คราบน้ำมันกระจายตัวเป็นอนุภาคเล็ก (Dispersion) หรือผสมสารเคมีในคราบน้ำมันให้เปลี่ยนสถานะเกิดการแข็งตัว (Solidifiers) เทคนิคนี้เป็นที่นิยมในการขจัดคราบน้ำมันและมักจะพบการนำไปใช้แก้ปัญหาในระดับมหภาค เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการขจัดคราบน้ำมัน อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของเทคนิคคือ จำเป็นต้องใช้ต้นทุนที่สูงและอาจเกิดสารเคมีตกค้างเหลืออยู่ [7] เทคนิคที่สองเป็นเทคนิคทางชีวภาพ (Biological methods) ได้แก่ การใช้แบคทีเรีย (Bacteria) เห็ดรา (Fungi) หรือ ยีสต์ (Yeast) เพื่อสลายพันธะที่ซับซ้อนของอนุภาคในน้ำมัน [8] และเทคนิคด้านกลศาสตร์ (Mechanical methods) ซึ่งเป็นการใช้ทุ่นปิดล้อมคราบน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ (Booms) แล้วจึงทำการนำคราบน้ำมันที่ถูกกักบริเวณนี้ออก (Skimmers) หรืออาจจะใช้วิธีดูดซับออก (Adsorbent) [9] โดยเทคนิคการดูดซับนี้ เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการขจัดคราบน้ำมันบนผิวน้ำเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และใช้ต้นทุนที่ต่ำ จากงานวิจัยที่ผ่านมานักวิจัยส่วนใหญ่ สนใจที่จะใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาเป็นวัสดุดูซับคราบน้ำมัน ได้แก่ ฟ้าย ฝางข้าว ขนสัตว์ ขี้เลื่อย หรือ ใยไม้ [10, 11] เนื่องจากเป็นวัสดุที่ย่อยสลายเองได้ง่ายตามธรรมชาติ จากงานวิจัยของ El-Din และคณะ [1] ได้มีการนำเปลือกกล้วยมาใช้เป็นวัสดุดูดซับและพบว่ามีผลการดูดซับคราบน้ำมันบนผิวน้ำได้ นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัยยังคาดว่าการใช้วัสดุเหลือใช้ทาง

การเกษตรมาเป็นวัสดุดูดซับเพื่อขจัดคราบน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำเป็นเทคนิคที่เกษตรกรและประชาชนทั่วไปที่จะสามารถนำองค์ความรู้และข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนำไปประยุกต์เพื่อใช้แก้ปัญหามลพิษคราบน้ำมันที่พบในชีวิตประจำวันเองได้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาต่อยอดผลงานวิจัยของ El-Din และคณะ [1] เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการเป็นวัสดุดูดซับคราบน้ำมันบนผิวน้ำของเปลือกกล้วยพันธุ์อื่น ๆ ว่าสามารถที่จะนำมาเป็นวัสดุดูดซับคราบน้ำมันบนผิวน้ำและมีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับน้ำมันได้หรือไม่ โดยงานวิจัยนี้เลือกเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่พบมากในจังหวัดกำแพงเพชร ถูกนำมาใช้ในทดสอบหาประสิทธิภาพของการดูดซับในงานวิจัยนี้ ใช้น้ำมันดีเซลและน้ำมันถั่วเหลือง ซึ่งมักพบรั่วไหลลงในพื้นที่ทางการเกษตรและลำคลองต่าง ๆ อยู่บ่อยครั้ง นอกจากนี้ยังศึกษาผลของอุณหภูมิของน้ำที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ตามฤดูกาล และปริมาณความหนาของคราบน้ำมันที่ลอยบนผิวน้ำที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับน้ำมันของเปลือกกล้วยได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการเตรียมวัสดุดูดซับ

เปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่หามาจากตลาดสดและร้านขายผลิตภัณฑ์กล้วยในพื้นที่จังหวัดกำแพงเพชรที่ปอกเปลือกทิ้งไว้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง เนื่องจากจะทำให้เปลือกดำและอาจมีแบคทีเรียหรือเชื้อราทำลายสภาพพื้นผิวสัมผัสของเปลือกกล้วยได้ นำเปลือกกล้วยมาล้างด้วยน้ำเปล่าเพื่อเอาเศษสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ที่ติดอยู่ที่เปลือกกล้วยทั้งสองชนิดออก ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำมาตัดแบ่งให้มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 2 ตารางเซนติเมตร เพื่อควบคุมพื้นผิวสัมผัสของวัสดุดูดซับ หลังจากนั้นนำไปตากภายใต้แสงอาทิตย์เพื่อให้พื้นผิวเปลือกกล้วยแห้งเป็นเวลา 7 วัน โดยจะหลีกเลี่ยงการนำไปอบความร้อนโดยตรงตั้งแต่แรกเพื่อลดการเสียหายของพื้นผิวเปลือกกล้วยจากอุณหภูมิสูง จากนั้นนำเปลือกกล้วยที่ผ่านการตากเรียบร้อยแล้วมาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส [12] เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จนมีน้ำหนักของเปลือกกล้วยมีค่าสุทธิ (น้ำหนักเปลือกกล้วยไม่ลดลงแม้ว่าจะอบโดยใช้เวลานานขึ้น) แล้วนำไปใส่ในภาชนะดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที แล้วนำเปลือกกล้วยแต่ละชนิดไปชั่งให้มีน้ำหนัก 10 กรัม

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันดีเซล (Diesel oil) หาได้จากปั๊มน้ำมันทั่วไปและน้ำมันถั่วเหลือง (Soybean oil) ที่มีขายตามร้านสะดวกซื้อต่าง ๆ เป็นเป็นตัวแทนในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันจากผิวน้ำของวัสดุดูดซับที่ทำขึ้นจากเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้า

การทดสอบประสิทธิภาพ

ทดสอบผลของความหนาของชั้นน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ

เตรียมบีกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร เติมน้ำมันที่ลอยบนผิวน้ำที่ความหนา 4, 5, 6 และ 7 มิลลิเมตร [1, 3] หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยแต่ละชนิดน้ำหนัก 10 กรัม ลงไปแช่ในคราบน้ำมันโดยให้เปลือกกล้วยปริ่มที่ผิวน้ำมันพอดีเป็นเวลา 15 นาที ในแต่ละเงื่อนไขของความหนาของชั้นน้ำมัน โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง การทดลองนี้ทดสอบที่อุณหภูมิห้องประมาณ 25 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยออกมาพักไว้ 5 นาที ให้น้ำมันที่เกาะที่ผิวหลุดออกเพื่อศึกษาเฉพาะน้ำมันที่เปลือกกล้วย ดูดซับไว้เท่านั้น แล้วนำเข้าตู้อบปรับอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระเหยน้ำที่เปลือกกล้วยดูดซับไว้ออกไป ซึ่งอุณหภูมินี้ยังไม่ถึงจุดเดือดของน้ำมันทั้งสองชนิด [3] หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยออกมาพักไว้ในภาชนะดูดความชื้นประมาณ 30 นาที และนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ

ทดสอบผลของอุณหภูมิที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับ

เตรียมบีกเกอร์ปริมาตร 600 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตร เติมน้ำมันที่ลอยบนผิวน้ำที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร นำบีกเกอร์ไปปรับอุณหภูมิได้แต่ละเงื่อนไข คือ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส (ซึ่งเป็นช่วงของอุณหภูมิที่สอดคล้องกับฤดูต่าง ๆ ของประเทศไทย) นำเปลือกกล้วยแต่ละชนิดมา 10 กรัม ลงไปแช่ในคราบน้ำมันโดยให้เปลือกกล้วยอยู่ในระดับที่ผิวน้ำมันพอดีเป็นเวลา 15 นาที โดยทำการทดลองครั้งละ 3 ซ้ำ หลังจากนั้นนำเปลือกกล้วยออกมาพักไว้ 5 นาที แล้วนำเข้าตู้อบลมร้อน ปรับอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำเปลือกกล้วยออกมาพักไว้ในภาชนะดูดความชื้นประมาณ 30 นาที และนำไปชั่งน้ำหนักหลังอบ

ศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับ

ประสิทธิภาพของการดูดซับในการทดลองนี้สามารถตรวจสอบได้จากความจุของการดูดซับน้ำมันของวัสดุดูดซับที่ทำจากเปลือกกล้วยพันธุ์ต่าง ๆ ดังสมการ[1]

$$S_O = S_T - S_I$$

โดยที่ S_O คือ ความจุของน้ำมันที่วัสดุดูดซับดูดซับไว้ได้ ซึ่งคำนวณได้จากน้ำหนักกรัมของการดูดซับ S_T คือ น้ำหนักทั้งหมดหลังจากนำไปทำการอบระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส (กรัมของการดูดซับ) และ S_I คือ น้ำหนักของวัสดุดูดซับเริ่มต้น (กรัม)

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (IBM SPSS Statistics 24) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

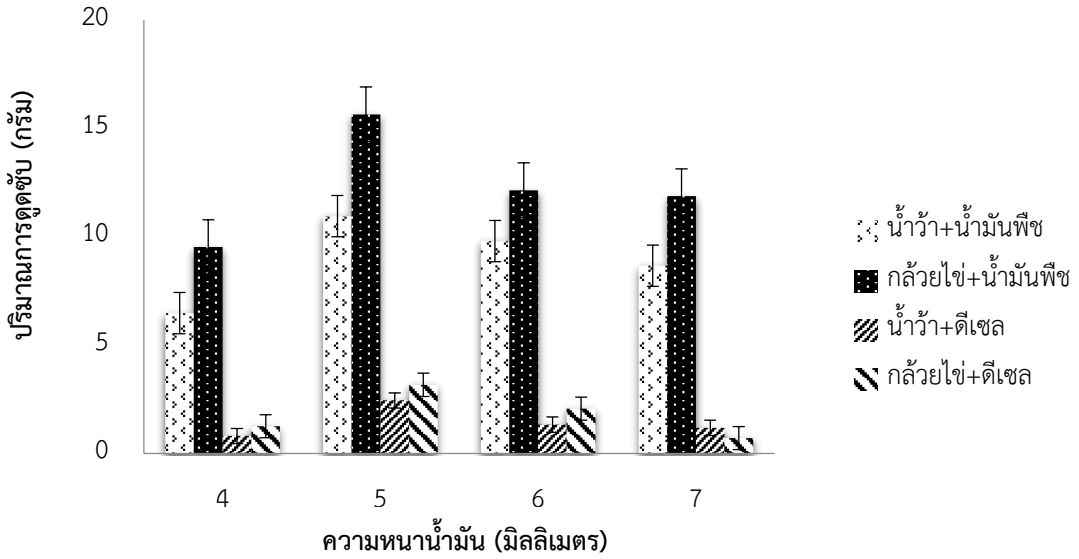
ผลของความหนาของน้ำมันที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับ

จากตารางที่ 1 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำมันจากเปลือกกล้วยทั้งสองพันธุ์เพื่อพิจารณาปัจจัยด้านความหนาของน้ำมันที่ลอยบนผิวน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับที่ค่าความหนาต่าง ๆ คือ 4, 5, 6 และ 7 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยชุดข้อมูลนี้มีระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลทางสถิติอยู่ที่ 95% เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ด้วยวิธีการของ Tukey จากโปรแกรม SPSS ตัวยก (Superscript) แสดงถึงกลุ่มของค่าเฉลี่ยโดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยตามลำดับตัวอักษร a - b ดอกจันทร์ (*) เป็นค่าเฉลี่ยที่มีค่าสูงที่สุด ซึ่งการจัดกลุ่มปริมาณการดูดซับน้ำมันเฉลี่ยแต่ละชนิดของวัสดุดูดซับที่ทำจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีแนวโน้มที่เหมือนกัน คือ การดูดซับน้ำมันของวัสดุดูดซับจะมีอัตราสูงขึ้นตามค่าความหนาของน้ำมันบนผิวน้ำจนถึงค่าความหนาของน้ำมันค่าหนึ่ง ซึ่งในการทดลองนี้ที่ความหนาของน้ำมันที่ 5 มิลลิเมตร เป็นค่าที่เปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการดูดซับน้ำมันสูงที่สุด โดยมีปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองอยู่ที่ 10.95 และ 15.65 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ และมีปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 2.45 และ 3.17 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ หลังจากนั้นการดูดซับน้ำมันทั้งสองชนิดของวัสดุดูดซับมีแนวโน้มลดลง ทั้งที่ความหนาของน้ำมันเพิ่มขึ้น โดยที่ความหนาของน้ำมันที่ 7 มิลลิเมตร เป็นค่าที่เปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการดูดซับน้ำมันต่ำที่สุด โดยมีปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองอยู่ที่ 8.67 และ 11.88 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ และ มีปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 1.19 และ 0.71 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณ์ และศิริพร [3] ที่ทำการศึกษาการกำจัดคราบน้ำมันในน้ำโดยใช้วัสดุธรรมชาติเป็นตัวดูดซับ พบว่าวัสดุดูดซับแต่ละชนิดจะมีขีดของความสามารถในการดูดซับคราบน้ำมันได้ในระดับหนึ่ง เมื่อวัสดุเหล่านั้นดูดซับคราบน้ำมันได้ถึงจุดอิ่มตัวแล้ว จะไม่สามารถดูดซับน้ำมันได้อีก ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับหลังถึงจุดอิ่มตัวของวัสดุดูดซับจะยิ่งลดลง โดยการอภิปรายดังกล่าวสามารถยืนยันได้อีกจากงานวิจัยของ Johnson และคณะ [13]; Choi และคณะ [14] ที่ศึกษาความสามารถในการกำจัดคราบน้ำมันบนผิวน้ำของเส้นใยต่าง ๆ โดยงานวิจัยของทั้งสองให้ผลของงานวิจัยที่เหมือนกัน คือ ใยฝ้ายสามารถดูดซับคราบน้ำมันได้เพียงอัตราส่วนเดียว คือ 40 กรัม/ฝ้าย 1 กรัม แม้ว่าจะเพิ่มปริมาณของน้ำมัน ใยฝ้ายก็ไม่สามารถดูดซับน้ำมันเพิ่มได้อีก

ตารางที่ 1 ปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซล ของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความหนาน้ำมันแตกต่างกัน

ความหนาของน้ำมัน มิลลิเมตร (มม.)	ปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลือง (กรัม)		ปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซล กรัม	
	เปลือกกล้วยน้ำว้า	เปลือกกล้วยไข่	เปลือกกล้วยน้ำว้า	เปลือกกล้วยไข่
4	$6.48^{d} \pm 1.23$	$9.53^{d} \pm 0.48$	$0.81^{d} \pm 0.17$	$1.26^{d} \pm 0.32$
5	$10.95^{a*} \pm 0.39$	$15.65^{a*} \pm 3.23$	$2.45^{a*} \pm 0.54$	$3.17^{a*} \pm 0.19$
6	$9.80^{b} \pm 2.54$	$12.15^{b} \pm 1.02$	$1.33^{b} \pm 0.76$	$2.07^{b} \pm 1.36$
7	$8.67^{c} \pm 1.85$	$11.88^{c} \pm 2.11$	$1.19^{c} \pm 0.57$	$0.71^{c} \pm 0.41$

$^{a-d}$ ค่าการดูดซับของเปลือกกล้วยสูงที่สุดไปยังค่าการดูดซับของเปลือกกล้วยน้อยที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเปรียบเทียบ $\bar{x}$ ด้วยวิธีของ Tukey



ภาพที่ 1 ปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซล ของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความหนาน้ำมันที่แตกต่างกัน

จากการเปรียบเทียบปริมาณการดูดซับน้ำมันทั้งสองชนิดของวัสดุดูดซับระหว่างเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้า พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับทั้งน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซลของเปลือกกล้วยไข่สูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าดังแสดงในภาพที่ 1 จากการวิเคราะห์พบว่าน้ำหนักของเปลือกกล้วยน้ำว้ามากกว่าน้ำหนักของเปลือกกล้วยไข่หลังอบแห้งจนมีน้ำหนักสุทธิแล้ว ทำให้น้ำหนัก 10 กรัมของเปลือกกล้วยไข่มีปริมาณของจำนวนชิ้นที่เป็นแผ่นวัสดุดูดซับ (ขนาดประมาณ 2 ตารางเซนติเมตร) มากกว่าจำนวนชิ้นของแผ่นวัสดุดูดซับจากเปลือกกล้วยน้ำว้า ส่งผลให้พื้นที่ผิวสัมผัสน้ำมันของเปลือกกล้วยไข่สูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ควบคุมด้วย

น้ำหนัก 10 กรัมเท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khawas และคณะ [12] พบว่าปริมาณพื้นผิวสัมผัสของวัสดุดูดซับมีอิทธิพลต่อปริมาณการดูดซับน้ำมัน

ผลของอุณหภูมิของน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับ

จากตารางที่ 2 แสดงปริมาณการดูดซับน้ำมันจากเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์เพื่อพิจารณาปัจจัยด้านอุณหภูมิของน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของวัสดุดูดซับที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การทดลองชุดนี้ควบคุมความหนาของน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำที่ 5 มิลลิเมตร ซึ่งค่าความหนานี้เปลือกกล้วยสามารถดูดซับน้ำมันได้ในปริมาณมากที่สุดจากผลการทดลองข้างต้น จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของการดูดซับของวัสดุดูดซับที่ทำจากเปลือกกล้วยสองสายพันธุ์พบว่า เมื่ออุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงขึ้น ผลของอัตราการดูดซับน้ำมันของเปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือ ค่าปริมาณการดูดซับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Linear) โดยที่อุณหภูมิของน้ำที่ 20 องศาเซลเซียส เปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการดูดซับน้ำมันสูงที่สุด โดยมีปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองอยู่ที่ 10.95 และ 15.65 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ และ มีปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 2.45 และ 3.17 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ และที่อุณหภูมิของน้ำที่ 45 องศาเซลเซียส เปลือกกล้วยทั้งสองสายพันธุ์มีอัตราการดูดซับน้ำมันต่ำที่สุด โดยมีปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองอยู่ที่ 7.52 และ 12.30 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ และ มีปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซลอยู่ที่ 1.53 และ 1.75 กรัม จากเปลือกกล้วยน้ำว้าและเปลือกกล้วยไข่ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการดูดซับน้ำมันของวัสดุดูดซับมีอัตราที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zou และคณะ [15] ที่ได้ทำการศึกษาการดูดซับน้ำมันดีเซลในน้ำทะเลจำลองโดยใช้เปลือกส้มโอที่ผ่านการปรับสภาพกรดไขมันและอุณหภูมิของน้ำทะเลที่แตกต่างกันตามฤดูกาล ผลจากงานวิจัยมีแนวโน้มโดยรวมพบว่าความสามารถในการดูดซับน้ำมันของเปลือกส้มโอจะค่อย ๆ ลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น โดยพิจารณาจากค่าการดูดซับของ UMPP (UnModified Pomelo Peels), SAPP (Stearic Acid-treated Pomelo Peels) และ OAPP (Oleic Acid-treated Pomelo Peels) ตามลำดับ โดยผลของอุณหภูมิดังกล่าวสามารถอภิปรายได้ว่า ความร้อนทำให้สภาพความไม่ชอบน้ำของน้ำมัน (Hydrophobicity) มีค่าลดลง น้ำมันจึงละลายในน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้น้ำมันที่จะถูกดูดซับเพื่อแยกออกจากน้ำทำได้ยากขึ้น [16] นอกจากนี้ความร้อนกระตุ้นให้อนุภาคโมเลกุลของน้ำมันเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้นและยังทำให้อนุภาคโมเลกุลของน้ำมันแยกห่างออกจากกันมากขึ้นอีกด้วย การเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำมันที่รวดเร็วเกินไปส่งผลให้โอกาสที่อนุภาคจะถูกยึดเกาะจากวัสดุดูดซับนั้นมีอัตราที่ลดลง [15] ส่วนการแยกออกจากกันของอนุภาคน้ำมันที่มากขึ้นทำให้น้ำมันมีความหนืดที่ลดลง ปัจจัยนี้ส่งผลให้พันธะระหว่างตัวดูดซับกับสารที่จะดูดซับยึดเกาะกันได้น้อยลง [16]

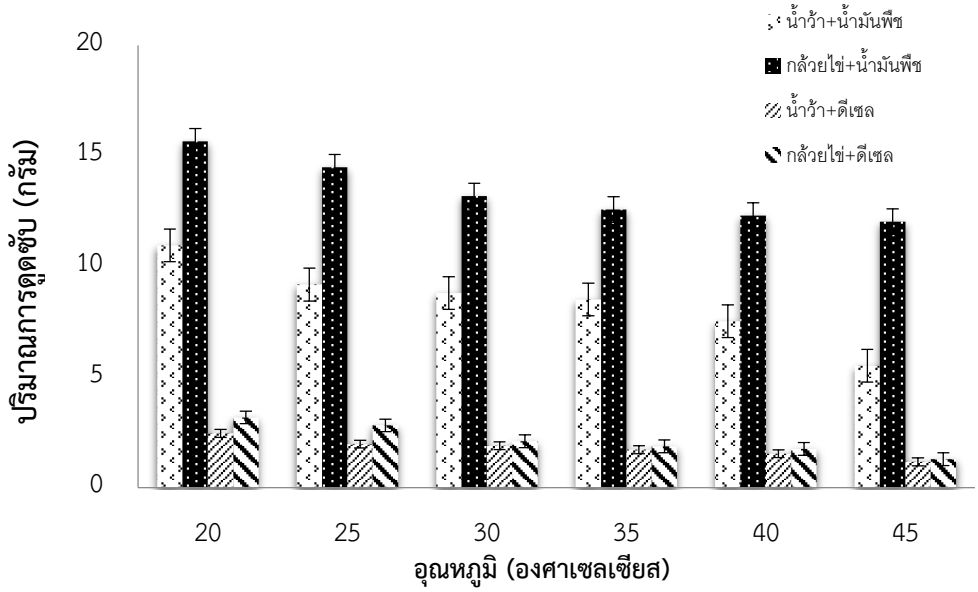
เปรียบเทียบผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการดูดซับน้ำมันทั้งสองชนิดของวัสดุดูดซับระหว่างเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้า พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับทั้งน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซลของเปลือก

กล้วยไข่ยังคงสูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจากการพิจารณายังคงอธิบายโดยใช้แนวทางของพื้นผิวสัมผัสของเปลือกกล้วยไข่มีมากกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้าดังได้อภิปรายข้างต้น

ตารางที่ 2 อุณหภูมิต่อปริมาณการดูดซับซับน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซล ของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้า

อุณหภูมิ	ปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองของเปลือกกล้วย กรัม (g)		ปริมาณการดูดซับน้ำมันดีเซลของเปลือกกล้วย กรัม (g)	
	เปลือกกล้วยน้ำว้า	เปลือกกล้วยไข่	เปลือกกล้วยน้ำว้า	เปลือกกล้วยไข่
20°C	$10.95^{a*} \pm 0.39$	$15.65^{a*} \pm 3.23$	$2.45^{a*} \pm 0.54$	$3.17^{a*} \pm 0.19$
25°C	$9.18^{b} \pm 1.99$	$14.48^{b} \pm 2.69$	$1.96^{b} \pm 0.76$	$2.81^{b} \pm 0.24$
30°C	$8.80^{c} \pm 1.12$	$13.18^{c} \pm 3.48$	$1.89^{c} \pm 0.70$	$2.09^{c} \pm 0.23$
35°C	$8.50^{d} \pm 0.84$	$12.57^{d} \pm 1.75$	$1.71^{d} \pm 0.18$	$1.86^{d} \pm 0.33$
40°C	$7.52^{e} \pm 0.82$	$12.30^{e} \pm 1.52$	$1.53^{e} \pm 0.85$	$1.75^{e} \pm 0.19$
45°C	$5.51^{f} \pm 1.14$	$12.03^{f} \pm 1.84$	$1.16^{f} \pm 0.33$	$1.28^{f} \pm 0.17$

$^{a-f}$ ค่าการดูดซับของเปลือกกล้วยสูงที่สุดไปยังค่าการดูดซับของเปลือกกล้วยน้อยที่สุด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเปรียบเทียบ $\bar{x}$ ด้วยวิธีของ Tukey



ภาพที่ 2 ปริมาณการดูดซับน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซลของเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่อุณหภูมิต่าง ๆ

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

เปลือกกล้วยไข่มีประสิทธิภาพการดูดซับทั้งน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันดีเซลได้ดีกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยวัดได้จากการเปรียบเทียบน้ำหนักของเปลือกกล้วยที่เพิ่มขึ้นหลังการดูดซับน้ำมันต่อน้ำหนักสุทธิที่ 10 กรัม ก่อนที่จะนำไปทดสอบ จากการควบคุมเฉพาะน้ำหนักของงานวิจัยนี้ทำให้เปลือกกล้วยไข่มีจำนวนชิ้นของแผ่นวัสดุดูดซับมากกว่าจำนวนชิ้นของแผ่นวัสดุดูดซับของเปลือกกล้วยน้ำว้าซึ่งส่งผลโดยตรงต่อพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำมันของเปลือกกล้วยไข่สูงกว่าเปลือกกล้วยน้ำว้า

จากผลของความหนาของน้ำมันต่อปริมาณการดูดซับพบว่าที่ความหนา 5 มิลลิเมตร ทั้งเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้ามีอัตราการดูดซับน้ำมันทั้งสองชนิดในปริมาณมากสุด เนื่องจากวัสดุดูดซับจะมีขีดของความสามารถในการดูดซับคราบน้ำมันได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น จากนั้นจะเกิดการอิ่มตัวไม่สามารถดูดซับน้ำมันเพิ่มไปได้อีก และจากผลของอุณหภูมิของน้ำต่อปริมาณการดูดซับพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทั้งเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้ามีอัตราการดูดซับน้ำมันทั้งสองชนิดในปริมาณมากสุด และจะมีอัตราการดูดซับลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอีกมากมายที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการดูดซับ เช่น ความหนาบางของแผ่นดูดซับ ขนาดของแผ่นดูดซับ ระยะเวลาในการดูดซับ ความเป็นกรดเบสของน้ำ หรือการพิจารณานำเปลือกกล้วยกลับมาใช้ซ้ำ ซึ่งการศึกษาต่อปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ อาจเป็นแนวทางเพื่อที่จะทำให้เกิดการพัฒนาวัสดุดูดซับให้มีประสิทธิภาพดีมากยิ่งขึ้น

จากผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าเปลือกกล้วยไข่และเปลือกกล้วยน้ำว้าที่เป็นวัสดุเหลือใช้จากพืชผลทางการเกษตรและพบหาได้ง่ายในจังหวัดกำแพงเพชร สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัสดุดูดซับได้ นอกจากนี้การพัฒนาอุปกรณ์ดูดซับจากเปลือกกล้วยมีขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปสามารถนำผลการศึกษานี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อแก้ปัญหาได้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปัญหามลภาวะที่เกิดจากปริมาณของเสียจากผลผลิตทางการเกษตรได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โปรแกรมวิชาชีววิทยา และ โปรแกรมวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เอื้อเฟื้อสารเคมี เครื่องมือและสถานที่ ในการทำการทดลองในครั้งนี้ ตลอดจนทุนสนับสนุนการทำวิจัยประจำปีงบประมาณ 2562 จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สนับสนุนการทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] G. A. El-Din, A. A. Amer, G. Malsh, M. Hussein. (2017). Study on the Use of Banana Peels for Oil Spill Removal. *Alexandria Engineering Journal*, 57(3), 2061-2068. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.05.020

[2] A. A. Al-Majed, A. R. Adebayo, M. E. Hossain. (2012). A Sustainable Approach to Controlling Oil Spills. *Journal of Environmental Management*, 113(1), 213-227. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.07.034

[3] กฤษณ์ เทียรฆประสิทธิ์ และศิริพร พงศ์สันติสุข. (2545). การกำจัดคราบน้ำมันในน้ำโดยใช้วัสดุธรรมชาติเป็นตัวดูดซับ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(ภาษาไทย)*, 10(2), 26-31.

[4] สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี). (2561, 15 มกราคม). *น้ำเสียและการบำบัดน้ำเสีย.* สืบค้นจาก http://reo13.mnre.go.th/th/news/detail/9363

[5] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2563, 24 ธันวาคม). *การจัดการและการแปรรูปน้ำมันใช้แล้วในภาคครัวเรือน*. สืบค้นจาก http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6136/292

[6] D. Sidiras, F. Batzias, I. Konstantinou. (2014). Simulation of Autohydrolysis Effect on Adsorptivity of Wheat Straw in the Case of Oil Spill Cleaning. *Chemical Engineering Research and Design*, 92(9), 1781-1791. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.cherd.2013.12.013

[7] E. O. Obi, F. A. Kamgba, D. A. Obi. (2014). Techniques of Oil Spill Response in the Sea. *IOSR Journal of Applied Physics*, 6(1), 36-41. Retrieved from https://doi.org/10.9790/4861-06113641

[8] A. Chavan, S. Mukherji. (2008). Treatment of Hydrocarbon-Rich Wastewater Using Oil Degrading Bacteria and Phototrophic Microorganisms in Rotating Biological Contactor: Effectof N:P Ratio. *Journal of Hazardous Materials*, 154(1-3), 63-72. https://doi.org/ 10.1016/j.jhazmat. 2007.09.106

[9] A. Bayat, S. F. Aghamiri, A. Moheb, G. R. Vakili-Nezhaad. (2005). Oil Spill Cleanup from Sea Water by Sorbent Materials. *Chemical Engineering and Technology*, 28(12), 1525-1528. https://doi.org/10.1002/ ceat.200407083

[10] R. Wahi, L. A. Chuah, T. S. Yaw Choong, Z. Ngaini, M. M. Nourouzi. (2013). Oil Removal from Aqueous State by Natural Fibrous Sorbent: An Overview. *Separation and Purification Technology*, 113(1), 51-63. Retrieved from http://doi.org/ 10.1016/j.seppur.2013.04.015

[11] V. R. Olga, V. I. Darina, A. I. Alexandr, A. O. Alexandra, (2014). Cleanup of Water Surface from Oil Spills Using Natural Sorbent Materials. *Procedia Chemistry*, 10(1), 145-150. http://doi.org/10.1016/j.proche.2014.10.025

[12] P. Khawas, K. K. Dash, A. J. Das, S. C. Deka, (2015). Drying Characteristics and Assessment of Physicochemical and Microstructural Properties of Dried Culinary Banana Slices. *International Journal of Food Engineering*, 94, 1-12. Retrieved from https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0094

[13] R. F. Johnson, T. G. Manjreker, J. E. Halligan, (1973). Removal of Oil from Water Surfaces by Sorption on Unstructured Fibers. *Environ Sci Technol*, 7(5), 439-443. Retrieved from https://doi.org/10.1021/es60077a003

[14] H. M. Choi, R. M. Cioud, (1992). Natural Sorbents in Oil Spill Cleanup. *Environ Sci Technol*, 26(4), 772-776. Retrieved from https://doi.org/10.1021/es00028a016

[15] J. Zou, X. Liu, W. Chai, X. Zhang, B. Li, Y. Wang, Y. Ma, (2015). Sorption of Oil from Simulated Seawater by Fatty Acid-Modified Pomelo Peel. *Desalination and Water Treatment*, 56(4), 939-946. Retrieved from https://doi.org/10.1080/19443994.2014.941302

[16] A. O. Ifelebuegu, T. V. A. Nguyen, P. Ukotije-Ikwut, Z. Momoh, (2015). Liquid-Phase Sorption Characteristics of Human Hair as a Natural Oil Spill Sorbent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(2), JECE 567 1-6. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.02.015