บทความ: การจัดการและการแปรรูป น้ำมันใช้แล้ว ในภาคครัวเรือน

ปิโยรส ทิพย์มงคล [1] และ ณัฐพงศ์ ตันติวิวัฒนพันธ์ [2,*]

[1] วิศวะสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[*] E-mail: nattapong.t@chula.ac.th

การอ้างอิง: ปิโยรส ทิพย์มงคล และ ณัฐพงศ์ ตันติวิวัฒนพันธ์. (2563). การจัดการและการแปรรูป น้ำมันใช้แล้ว ในภาคครัวเรือน. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 4).

ปัจจุบันเข้าสู่ช่วงศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคที่มีความเจริญต่างๆ การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรมต่างๆทั้งในด้านพลังงาน การถ่ายเทมวลสาร นอกจากผลิตภัณฑ์และบริการที่เราจะได้รับ เรายังได้ผลิต ของเสีย ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการ โดยส่วนใหญ่มักจะไม่ค่อยได้รับความสนใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคครัวเรือน มันคงน่าเสียดายที่เราจะไม่นำทรัพยากรที่เรียกว่า “ของเสีย” เหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในงานเขียนฉบับนี้ จะมุ่งเน้นไปยังการจัดการ “น้ำมันใช้แล้ว” (Waste Cooking Oil) จากครัวเรือน อย่างถูกวิธี รวมถึงเสนอแนวทางในการแปรรูปทรัพยากรดังกล่าว ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์

แหล่งที่มาของน้ำมันใช้แล้ว

น้ำมันใช้แล้ว หรือ Waste Cooking Oil เป็นน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนจากกระบวนการทำอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารจานทอดทั้งหลาย (Deep fry) แหล่งที่มาของน้ำมันใช้แล้วนอกจากน้ำมันที่ใช้ทอดแล้ว ยังสามารถมาจากน้ำมันจากการล้างภาชนะ ซึ่งสามารถแยกออกจากน้ำได้โดยบ่อหรือถังดักไขมัน

สำหรับประเทศไทยแล้วน้ำมันใช้แล้วส่วนใหญ่จะเป็นน้ำมันปาล์ม (90%) เนื่องจากคุณสมบัติที่เหมาะสมในการทอดอาหาร และราคาถูก โดยประเทศไทยมีผลผลิตน้ำมันเป็นอันดับ 3 ของโลกมีผลผลิตส่งออก15.4ล้านตันต่อปีโดยคิดเป็น 3.9% ของผลผลิตน้ำมันทั่วโลก จากข้อมูลสถิติการบริโภคและใช้น้ำมันพืชของประเทศไทย พบว่าคนไทยบริโภคน้ำมันพืช 800,000 ตันต่อปี (สำนักข่าว สสส., 2555)

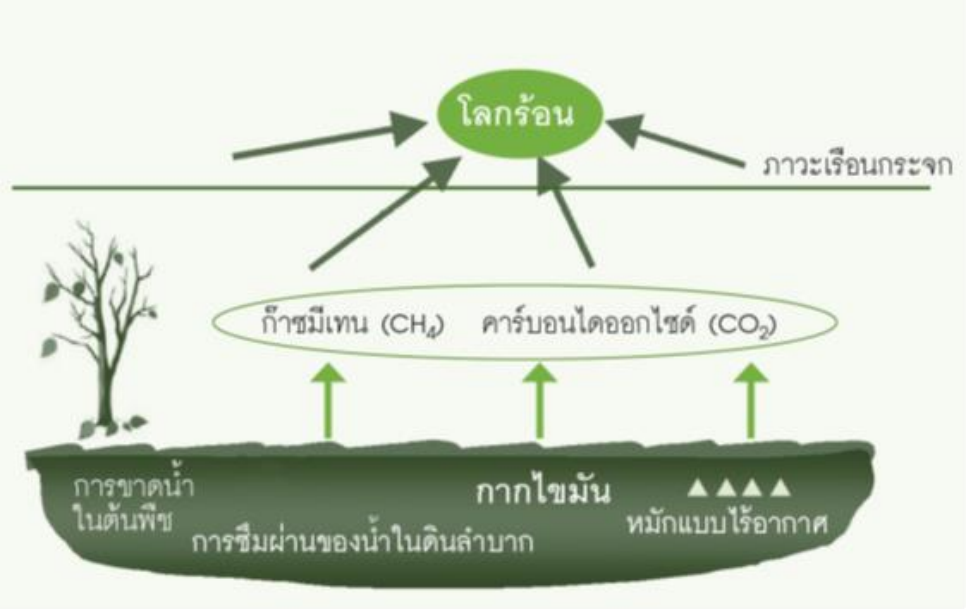
คุณสมบัติของน้ำมันใช้แล้วของประเทศไทย จะมีคุณลักษณะคล้ายกับน้ำมันปาล์ม ซึ่งประกอบไปด้วยไตรกลีเซอร์ไรด์ (Triglyceride) แต่มีคุณภาพต่ำเนื่องจากผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่สูงและปนเปื้อนน้ำและเศษอาหาร โดยเฉพาะ ค่าความเป็นกรดที่สูง (Acid value) จากการสลายตัวของไตรกลีเซอร์ไรด์เป็นกรด

ไขมันอิสระ (Free fatty acid) จากกระบวนการสลายตัวด้วยน้ำ (Hydrolysis) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันพืชใช้แล้วก่อนนำไปแปรรูปสำหรับบางกระบวนการ เช่น การผลิตไบโอดีเซล เป็นต้น

การจัดการน้ำมันใช้แล้ว

เนื่องจากคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำของน้ำมันใช้แล้ว สามารถก่อให้เกิดปัญหามากมายถ้าไม่มีการจัดการที่ถูกต้อง โดยส่วนใหญ่แล้วภาคครัวเรือนอาจจะไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการจัดการของเสียกลุ่มนี้มากเท่าที่ควร โดยจะนำไปเทรวมกับขยะมูลฝอย หรือเททิ้งลงท่อระบายน้ำที่ไม่ได้ติดตั้งบ่อ/ถังดักไขมัน

การเทน้ำมันใช้แล้วลงไปปนกับขยะมูลฝอยของครัวเรือน จะทำให้ขยะมูลฝอยซึ่งเป็นขยะอินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้โดยกระบวนการใช้อากาศ (Aerobic biodegradation) เนื่องจากตัวน้ำมันใช้แล้วมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ซึ่งจะทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศและน้ำในกระบวนการย่อยสลายไม่มีประสิทธิภาพ เกิดสภาวะการหมักแบบไร้อากาศ (Anaerobic biodegradation) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการหมักในสภาวะไร้อากาศ คือ ก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นคุณสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) มากกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 25 เท่า และยังผลิตก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide) หรือก๊าซไข่เน่า ส่งกลิ่นเหม็นไม่พึงประสงค์



รูปที่ 1 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการฝังกลบคราบไขมันอย่างไม่ถูกหลักสุขาภิบาล

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ 2551

สำหรับการเทน้ำมันใช้แล้วลงท่อระบายน้ำ หรือไม่มีการติดตั้งบ่อ/ถังดักไขมัน จะทำให้เกิดการอุดตันตามท่อระบายน้ำ ปัจจุบันท่อระบายน้ำส่วนใหญ่จะทำมาจากท่อพลาสติกพีวีซี (PVC plastic) ซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำมันใช้แล้วเป็นอย่างดี นอกจากจะทำให้ท่ออุดตันและเหม็นเน่าจากการหมักในสภาวะไร้อากาศภายในท่อน้ำแล้ว น้ำมันใช้แล้วยังส่งผลเสียต่อระบบการบำบัดน้ำเสีย โดยเฉพาะในระบบการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบชีวภาพ (Biological wastewater treatment) ทำให้เกิดการลอยของตะกอนเชื้อ และน้ำมันใช้แล้วยังจะไปเคลือบบนพื้นผิวของจุลินทรีย์ทำให้ไม่สามารถแลกเปลี่ยนสารอาหาร น้ำ และออกซิเจน ได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

หัวใจสำคัญในการจัดการน้ำมันใช้แล้วอย่างถูกวิธี คือ การแยกน้ำมันใช้แล้วดังกล่าวออกจากขยะมูลฝอย และท่อระบายน้ำ สำหรับน้ำมันทอดอาหารที่ใช้แล้ว หลังจากพักให้เย็นแล้ว สามารถนำมาบรรจุลงในขวดพลาสติกและติดฉลากระบุว่าเป็นน้ำมันพืชใช้แล้ว สำหรับน้ำมันจากบ่อ/ถังดักไขมัน ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กที่ติดตั้งไว้ใต้อ่างล้างจาน ควรตักออกและบรรจุใสขวดพลาสติกเช่นเดียวกับน้ำมันทอดอาหารที่ใช้แล้ว แต่ต้องระวังไม่ให้มีเศษอาหารหรือน้ำปนเปื้อนมาด้วยกับน้ำมันใช้แล้วดังกล่าว ซึ่งถ้าเรามีการแยกน้ำมันใช้แล้วบรรจุใส่ขวดพลาสติก นอกจากที่จะทำให้การจัดการขยะมูลฝอยทำได้ง่ายแล้ว น้ำมันใช้แล้วดังกล่าวยังสามารถนำไปขายเพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล หรือแปรรูปเป็นอาหารเสริมแก่ปศุสัตว์ (15-20 บาทต่อลิตร)

กระบวนการแปรรูปน้ำมันใช้แล้ว

การปรับสภาพน้ำมันใช้แล้ว

ในการเก็บรักษาน้ำมันใช้แล้ว เพื่อรอแปรรูป มีความจำเป็นที่จะต้องแยกเอาส่วนที่เป็นของแข็งและน้ำออกจากน้ำมันใช้แล้วเสียก่อน

- ขั้นตอนแรก นำน้ำมันใช้แล้วมาอุ่น เพื่อระเหยน้ำออก และลดความหนืดของน้ำมันใช้แล้ว
- ขั้นที่สอง คือ กรองเอาส่วนของแข็งออกจากน้ำมันใช้แล้ว โดยใช้ตะแกรงเหล็ก หรือกระดาษชำระซ้อนกันหลายๆ ชั้น
- ขั้นที่สาม คือ การรอให้น้ำมันใช้แล้วที่ผ่านการกรองเย็นตัวลง และบรรจุใส่ขวดเก็บไว้ในที่ๆ ไม่โดนแดด และความชื้น

ไบโอดีเซล

ไบโอดีเซล (Biodiesel) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเปลี่ยนน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ เป็นสาร เอสเทอร์ของกรดไขมัน (Fatty acid alkyl ester) โดยใช้แอลกอฮอล์สายสั้น เช่น เมทานอล หรือ เอทานอล และตัวเร่งปฏิกิริยาด่าง เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ทรานส์เอสเตอร์ริฟิเคชั่น (Transesterification) จากโครงสร้างไตรกลีเซอร์ไรด์ของน้ำมันใช้แล้ว จะเห็นได้ว่าในปฏิกิริยาเอสเตอร์ริฟิเคชั่น ตัวแอลกอฮอล์จะเข้าไปทำลายโครงสร้าง โดยจะทำให้ไตรกลีเซอร์ไรด์แตกตัวออกเป็น กลีเซอรีน (Glycerin) และตัวแอลกอฮอล์จะเข้าไปรวมตัวกับกรด

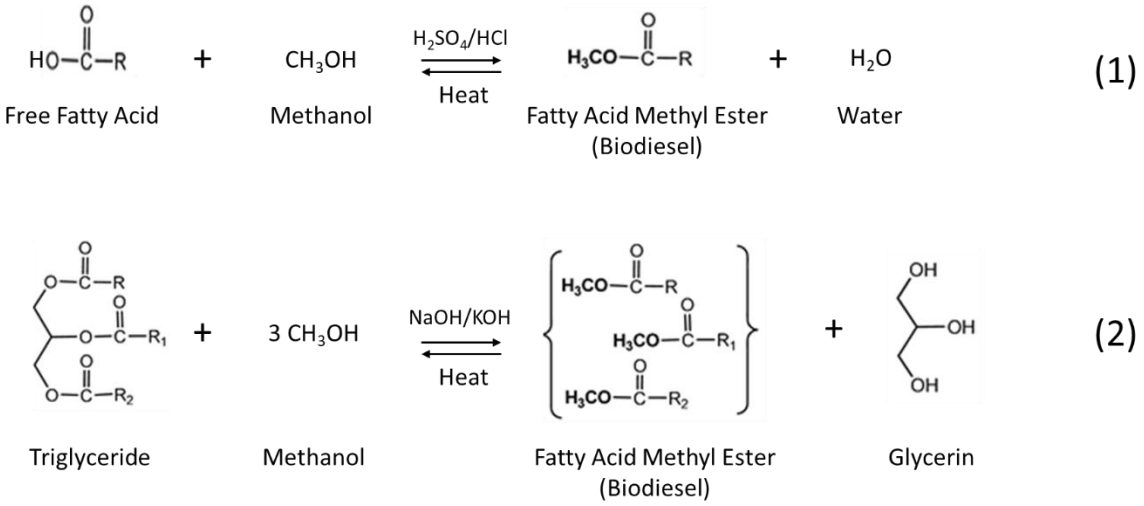
ไขมันอิสระ กลายเป็นไบโอดีเซล โดยใช้ด่าง (โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าว ด้วยคุณสมบัติการมีชั้วและไม่มีขั้วที่ต่างกันของไบโอดีเซล,กลีเซอรีน และตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้หลังสิ้นสุดปฏิกิริยา สามารถแยกไบโอดีเซลออกจากกลีเซอรีนได้ โดยกลีเซอรีนที่ได้สามารถนำไปกลั่นให้บริสุทธิ์เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา เครื่องสำอางค์ รวมถึงตัวตั้งต้นของการผลิตพลาสติก ได้อีกด้วย

รูปที่ 2 ไบโอดีเซลและกลีเซอรีนที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาทรานเอสเตอร์ริฟิเคชั่น

เนื่องด้วยคุณภาพของน้ำมันใช้แล้วที่ต่ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันใช้แล้ว เพื่อป้องกันไม่ให้เกิด สบู่ ในระหว่างการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ระหว่างกรดไขมันอิสระในน้ำมันใช้แล้วกับตัวเร่งปฏิกิริยาด่างที่ใช้ในกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยจะทำให้ปฏิกิริยาทราสเอสเตอร์ริฟิเคชั่นเกิดไม่สมบูรณ์เนื่องจากการหายไปของตัวเร่งปฏิกิริยาด่าง นอกจากนั้นยังทำให้การแยกชั้นระหว่างไบโอดีเซลและกลีเซอรีนทำได้ยาก เกิดการสูญเสียไบโอดีเซลไปกับชั้นของกลีเซอรีนเป็นจำนวนมาก รวมถึงการมีสบู่ปนเปื้อนในไบโอดีเซลจะทำให้คุณภาพของไบโอดีเซลเสื่อมเร็วขึ้น โดยเฉพาะค่าความเป็นกรด ความหนืด และค่าต้านทางปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดังนั้นการจัดการกับกรดไขมันอิสระและน้ำในน้ำมันใช้แล้วจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง (Knothe, Krahl, & Gerpen, 2010)

หนึ่งในวิธีในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันคุณภาพต่ำ คือ การทำปฏิกิริยา 2 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนแรกจะใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดกรดร่วมกับแอลกอฮอล์ เพื่อเปลี่ยนกรดไขมันอิสระเป็นไบโอดีเซล ด้วยปฏิกิริยาเอสเตอร์ริฟิเคชั่น (Esterification) หลังจากแยกส่วนของกลีเซอรีนและตัวเร่งปฏิกิริยากรดออกไปแล้ว จึงค่อย

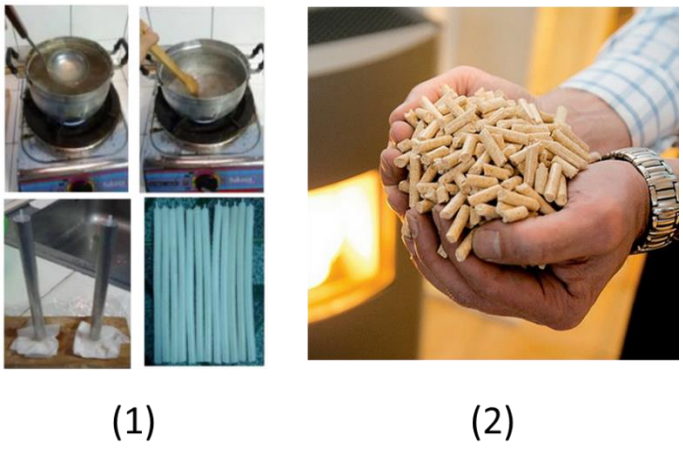
เติมตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดด่างร่วมกับแอลกอฮอล์ เพื่อเปลี่ยนไตรกลีเซอร์ไรด์ที่เหลือให้เป็นไบโอดีเซล (**รูปที่ 3**) (Thoai, Tongurai, Prasertsit, & Kumar, 2019)



รูปที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชั่น (1) และปฏิกิริยาทรานเอสเตอร์ริฟิเคชั่น (2)

<u>เชื้อเพลิงอัดแท่ง</u>

น้ำมันใช้แล้วสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเหลวสำหรับจุดตะเกียงได้โดยตรง แต่มีข้อเสียตรงที่การเกิดเขม่าทำ เนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ จึงมีการปรับปรุงโดยการนำไปผสมกับวัสดุอื่นๆ เช่น พาราฟิน หรือเศษไม้ (Wood pellets) แล้วขึ้นรูปเป็นเชื่อเพลิงอัดแท่ง โดยการเติมน้ำมันใช้แล้วลงไปในเชื้อเพลิงอัดแท่ง สามารถเพิ่มค่าความร้อนให้กับเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ รวมถึงเป็นตัวผสานเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิงอัดแท่งได้อีกทาง



รูปที่ 4 เชื้อเพลิงอัดแท่งชนิดพาราฟิน (1) และชนิดเศษไม้ (2)

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551

อาหารสัตว์

น้ำมันใช้แล้วนอกจะใช้เป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันใช้แล้วยังสามารถนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่อาหารสัตว์ ได้แก่ อาหารหมู อาหารไก่ และอาหารสัตว์น้ำ เป็นต้น เพื่อเพิ่มน้ำหนักให้แก่ปศุสัตว์ ประเทศไทยมีการใช้น้ำมันใช้แล้วผสมและคลุกเคล้ากับอาหารสัตว์ได้โดยตรง แต่ในต่างประเทศ มีการออกกฎหมายเกี่ยวกับการใช้น้ำมันใช้แล้วในอาหารสัตว์ โดยมิให้มีการใช้ผสมโดยตรง รวมถึงควบคุมแหล่งที่มาของน้ำมันใช้แล้ว ว่าจะต้องไม่สัมผัสกับอาหารจำพวกโปรตีนประเภทอื่น ถึงจะสามารถนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ได้ เนื่องจากความเสี่ยงที่เกิดจากโรคติดต่อ เช่น โรคปากเท้าเปื่อย โรคไข้หวัดหมู โรคไข้หวัดนก และโรควัวบ้า เป็นต้น เพื่อป้องกันความเสี่ยงจากโรค จึงมีความจำเป็นที่จะต้องให้ความร้อนแก่น้ำมันใช้แล้ว ดังที่แสดงไว้ใน **ตารางที่ 1**

ตารางที่ 1 อุณหภูมิและระยะเวลาในการทำลายเชื่อโรคของโรคติดต่อแต่ละชนิด ที่อาจปนเปื้อนมากับน้ำมันใช้แล้ว

โรคติดต่อ	อุณหภูมิและช่วงเวลาในการทำลายเชื้อโรค
โรคปากเท้าเปื่อย	70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
โรคไข้หวัดหมู	65.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที หรือ 71 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที
โรคไข้หวัดหมูแอฟริกา	56 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 70 นาที หรือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
โรคไข้หวัดนก	70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3.5 วินาที
โรคปากเท้าเปื่อยในหมู	56 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ที่มา: (Food Standards Agency, 2011

สารหล่อลื่น

ด้วยคุณสมบัติเหนียวและลื่นของน้ำมันพืชและไขมันสัตว์ ทำให้น้ำมันใช้แล้วมีคุณสมบัติของการเป็นสารหล่อลื่นที่ดี โดยสามารถนำไปหยอดตามรูกุญแจเพื่อแก้ไขความฝืดที่เกิดจากสนิมเหล็กได้ แต่ปัญหาของการใช้น้ำมันใช้แล้วเป็นสารหล่อลื่น คือ การสลายตัวของน้ำมันใช้แล้ว เกิดเป็นกรด ซึ่งจะไปทำลายพื้นผิวของวัสดุ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนสภาพของน้ำมันใช้แล้วให้เหมาะสม โดยทำปฏิกิริยาสปอนิฟิเคชั่น (Saponification) กับลิเทียมไฮดรอกไซด์ เพื่อให้ได้เป็นสารหล่อลื่นที่คงตัว (Wikipedia, 2020)

รูปที่ 5 สารหล่อลื่นที่ทำมาจากสบู่ลิเทียม

ที่มา: https://www.indiamart.com/proddetail/lithium-soap-grease-13477742033.html

สบู่และสารทำความสะอาด

สบู่ หรือเกลือของกรดไขมันอิสระ (Soap; Fatty acid salt) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการเติมสารละลายด่างลงไปในน้ำมันพืชหรือไขมันสัตว์ ผ่านปฏิกิริยาสปอนนิฟิเคชั่น (Saponification) โดยโครงสร้างของสบู่ประกอบไปด้วยส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (สายโซ่ของกรดไขมัน; Fatty acid chain) และส่วนที่ละลายน้ำ (ประจุบวกของโซเดียม หรือ โพแทสเซียม จากสารละลายด่าง) ทำให้สบู่มีคุณสมบัติในการละลายได้ทั้งในน้ำมันและในน้ำ และสามารถลดแรงตึงผิวระหว่างสาร 2 ชนิดได้ (สารลดแรงตึงผิว; Surfactant)

ในกระบวนการทำสบู่สำหรับเป็นสารทำความสะอาด สารละลายด่าง 2 ชนิด ที่นิยมใช้ คือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาไฟ) และ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (ด่างคลี) ซึ่งคุณสมบัติของสบู่ที่ผลิตได้จะแตกต่างกัน โดยสบู่โซเดียม จะมีลักษณะแข็ง เหมาะในการทำเป็นสบู่ก้อน ส่วนสบู่โพแทสเซียมจะมีลักษณะนิ่มกึ่งเหลว เหมาะในการทำเป็นสบู่เหลว

(1) (2)

รูปที่ 6 สบู่ก้อน (1) และสบู่เหลว (2) ที่ทำมาจากน้ำมันใช้แล้ว

ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=Uyane2IOSU0

เอกสารอ้างอิง

Food Standards Agency. (2011, 9 SEP 2011). Use of oils and fats in farm animal ffed. Retrieved from https://www.aictradeassurance.org.uk/latest-documents/use-of-ucos-in-farm-animal-feeds/use-of-ucos-in-farm-animal-feeds-sept-2011.pdf

Knothe, G., Krahl, J., & Gerpen, J. (2010). The Biodiesel Handbook: Academic Press and AOCS Press.

Thoai, D. N., Tongurai, C., Prasertsit, K., & Kumar, A. (2019). Review on biodiesel production by two-step catalytic conversion. Biocatalysis and Acricultural Biotechnology, **18**, 101023.

Wikipedia. (2020, 29 APR 2020). Lithium soap. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_soap

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). คู่มือแนวทางการจัดการกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการจัดการกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสีย.

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). คู่มือแนวทางการจัดการน้ำมันและไขมันจากบ่อดักไขมันและการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบ้านเรือน (1 ed.): กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักข่าว สสส. (2555). ตะลึง!! คนไทยบริโภคน้ำมันพืชปีละกว่า 8 แสนตัน. Retrieved from https://www.thaihealth.or.th/Content/23190-ตะลึง!!%20คนไทยบริโภคน้ำมันพืชปีละกว่า%208%20แสนตัน.html