



โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การฟอกสีกลีเซอรินสกปรกด้วยแอคทีเวเตดเคลย์
Decolorization of waste glycerine by using activated clay

ชื่อนิสิต นายรัชชย สรรวรลภย์ เลขประจำตัว 5932954223
 นางสาวอัจฉรา สิงห์ขจัด เลขประจำตัว 5932978323

ภาควิชา เคมีเทคนิค

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อนิติผู้ทำโครงการ นาย รัชชล สรรวรลภย์
 น.ส. อัจฉรา สิงห์ขจัด

อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. ธราพงษ์ วิทิตสานต์

ภาควิชา เคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกที่เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ด้วยแอคทิเวตเคลย์ซึ่งผลิตจากแร่เบนโทไนต์ ในการวิจัยได้แบ่งการศึกษาทดลองออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 ศึกษาปริมาณแอคทิเวตเคลย์ที่ใช้ในการฟอกสี พบว่าปริมาณแอคทิเวตเคลย์ที่ใช้ในการฟอกสีได้อ่อนที่สุด คือ 110 กรัม ต่อ กลีเซอรินสกปรก 50 กรัม ต่อ น้ำกลั่น 100 กรัม หรือคิดเป็นอัตราส่วน แอคทิเวตเคลย์:กลีเซอริน:น้ำ 2.2 : 1 : 2 ตอนที่ 2 ศึกษาอุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกสี พบว่า ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถฟอกสีกลีเซอรินสกปรก 50 กรัมที่ผสมน้ำ 100 กรัม ได้สีอ่อนที่สุด ตอนที่ 3 ศึกษาเวลาที่ใช้ในการฟอก พบว่า เวลา 60 นาทีที่ใช้ในการฟอกสีเป็นเวลาฟอกสีได้อ่อนที่สุด และตอนที่ 4 ศึกษาสภาวะกรด-ด่างในการฟอกสี พบว่า สภาวะกรดอ่อน pH 6 ฟอกสีได้อ่อนที่สุด จากนั้นจึงทำการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกด้วยแอคทิเวตเคลย์ในปริมาณ และสภาวะที่เหมาะสมดังกล่าว แล้วนำกลีเซอรินที่ฟอกสีแล้วมาปรับสภาพให้เป็นกลาง แล้วกรองอีกครั้งก่อนนำไปต้มระเหยน้ำออก หลังจากนั้นนำกลีเซอรินที่ระเหยน้ำออกแล้วเทียบสีด้วยกลีเซอรินมาตรฐานที่ใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: การฟอกสี, กลีเซอรินสกปรก, แอคทิเวตเคลย์

ภาควิชา เคมีเทคนิค สาขาวิชา เคมีวิศวกรรม

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่อนิติ..... **อัจฉรา สิงห์ขจัด**

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก.....

Title

Decolorization waste glycerin by activated clay

Student name Mr.Ratchayol Sornvorolop
Ms. Atchara Singkhacat

Advisor Prof. Dr. Tharaphong Vitidsant

**Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University,
Academic Year 2019**

ABSTRACT

This research was aimed to study the performance of activated clay that used as an adsorbent for decolorization of waste glycerin, and to find the optimum condition for decolorization of waste glycerin by activated clay, which is natural and inexpensive adsorbent. Several parameters were investigated, i.e., ; amount of activated clay of 90, 100, 110, 120, 130, 140 and 150; activated clay ratio to oil to water of 2.2:1:2; temperature of 60, 80 and 100 °C; time for decolorization of 1, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 minutes; pH of 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12. The optimum condition for decolorization of waste glycerin at amount of activated clay 110 gram, 60 °C, 60 minute and pH 6

Keywords: decolorization, Activated clay, Waste glycerin

Department of Chemical Technology

Major: Chemical Engineering

Student's signature.....

Student's signature.....**Atchara Singkhacat**

Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ธราพงษ์ วิทิตสานต์ อาจารย์ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยนี้ ที่ได้ให้ความรู้ แนวทาง คำปรึกษา และความช่วยเหลือทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ และอนุเคราะห์สนับสนุนทุนการวิจัยในการพัฒนางานวิจัย

ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อนุญาตให้ใช้ศูนย์การเรียนรู้และบริการวิชาการเครือข่ายแห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรีในการทำวิจัย

ขอขอบคุณพี่พัชร์ ชุนโอษฐ์ และพี่นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลและควบคุมห้องเครื่องมือของศูนย์เชื้อเพลิง และพลังงานจากชีวมวล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรีทุกคน ที่คอยรับฟัง คำปรึกษา ให้คำแนะนำตลอดจนการช่วยเหลือทุกอย่างเกี่ยวกับการทำวิจัยด้วยความเต็มใจเสมอมา

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้เป็นที่รักและเคารพยิ่ง ที่อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจ ตลอดมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ขอมอบแต่บิดา-มารดา ครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านและผู้มี พระคุณที่ไม่ได้กล่าวนาม

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 กลีเซอริน	3
2.2 กระบวนการดูดซับ	7
2.3 ดินเบนโทไนต์	8
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	15
3.1 สารตั้งต้นและสารเคมี	15
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลอง	15
3.3 วิธีการทดลอง	17
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
4.1 การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแอกทิวเทตเคลย์ที่ใช้ในการฟอกสี	19
4.2 การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกสี	20
4.3 การศึกษาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้สำหรับการฟอกสี	21
4.4 การศึกษาเปรียบเทียบสภาวะกรด-ด่างสำหรับการฟอกสี	22

4.5 การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ฟอกสีในสภาวะการฟอกสีที่ดีที่สุด	24
4.6 ปริมาณกลีเซอรินที่สูญเสียไปขณะทำการทดลอง	25
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	26
5.1 สรุปผลการทดลอง	
5.2 ข้อเสนอแนะ	
บรรณานุกรม	28

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
-ตารางที่ 3.1 จำนวนการทดลองสำหรับการฟอกสีกลีเซอรินสกปรก จากไบโอดีเซลโดยใช้แอคทีเวทเคลย์	17
-ตารางที่ 4.1 ผลของปริมาณแอคทีเวทเคลย์ในการทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์ กลีเซอรินหลังฟอกสี	19
-ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี	21
-ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาในการทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี	22
-ตารางที่ 4.4 ผลของสภาวะความเป็นกรด/ต่างขณะทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์ กลีเซอรินหลังฟอกสี	23

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่	หน้า
-รูปที่ 2.1 ปฏิกริยาไฮโดรไลซิส	5
-รูปที่ 2.2 โครงสร้างผลึก และเคมีของแร่ในกลุ่มแร่สเม็คไทต์	10
-รูปที่ 2.3 อนุภาคโซเดียมไอออนก่อนและหลังจับกับโมเลกุลน้ำ	13
-รูปที่ 3.1 เครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน	15
-รูปที่ 3.2 ชุดกรองสุญญากาศ	16
-รูปที่ 3.3 เครื่องระเหยแบบลดความดัน rotary evaporator	16
-รูปที่ 4.1 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ใช้ปริมาณแอกทิเวเตดเคลย์ในการทำปฏิกริยาต่างกัน	19
-รูปที่ 4.2 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ใช้อุณหภูมิขณะทำปฏิกริยาต่างกัน	20
-รูปที่ 4.3 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ใช้เวลาในการทำปฏิกริยาที่ต่างกัน	21
-รูปที่ 4.4 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ทำปฏิกริยาในสภาวะความเป็นกรด/เบสที่ต่างกัน	23
-รูปที่ 4.5 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีในสภาวะที่ดีที่สุด	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ

เนื่องจากโลกของเรามีการบริโภคน้ำมันพืชมากถึง 191.04 ล้านตัน และมีแนวโน้มความต้องการบริโภคน้ำมันพืชและจะมีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยร้านอาหาร และภาคครัวเรือนน้ำมันพืชใช้มากที่สุด ทำให้เกิดน้ำมันพืชใช้แล้วที่สกปรก และมีสีคล้ำเป็นจำนวนมาก หากทิ้งลงท่อน้ำก็จะทำให้น้ำเกิดการอุดตัน และทำให้เกิดน้ำเน่าเสียตามมา ในปัจจุบันจึงนำน้ำมันใช้แล้วเหล่านั้นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซล ซึ่งเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีการใช้งานมากที่สุด โดยในประเทศไทยใช้มากถึง 64.92 ล้านลิตร/วัน โดยที่น้ำมันไบโอดีเซลนั้นเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีสารพิษ สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ มีการปลดปล่อยไฮโดรคาร์บอนที่ต่ำ ปราศจากกำมะถัน และปลดปล่อยฝุ่นละอองน้อย ซึ่งในประเทศไทยสามารถผลิตไบโอดีเซลได้ประมาณวันละ 4.924 ล้านลิตร/วัน^[6] ซึ่งในการผลิตไบโอดีเซลนั้นจะได้กลีเซอรินเป็นผลผลิตพลอยได้ประมาณร้อยละ 10 หรือคิดเป็น 0.4924 ล้านลิตร/วัน

ในการผลิตไบโอดีเซลนั้น น้ำมันพืช หรือไขมันสัตว์ที่ใช้เป็นสารตั้งต้นจะถูกผสมกับแอลกอฮอล์สายสั้น เช่น เมทานอล โดยมีโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และทำให้อยู่ในสภาวะที่เป็นต่าง แล้วทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น fatty acid methyl ester (ไบโอดีเซล) และผลผลิตพลอยได้ (by-product) เป็นกลีเซอริน แต่ในความเป็นจริงนั้น การผลิตไบโอดีเซลใช้น้ำมันพืช และไขมันสัตว์ที่ผ่านการใช้แล้วมาเป็นวัตถุดิบ ซึ่งมีความสกปรกและมีสีคล้ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลที่ได้มีสีสกปรก ตกค้าง มีสีคล้ำอยู่ และมีกลีเซอรินสกปรกซึ่งมีลักษณะหนืด และสีคล้ำมาก ดังนั้นทั้งไบโอดีเซล และกลีเซอรินสกปรกที่ได้จะต้องผ่านกระบวนการฟอกสี (decolorization) ให้ได้มาตรฐานก่อน แต่โดยทั่วไปจะทิ้งกลีเซอรินสกปรกไปโดยเปล่าประโยชน์ เราจึงสนใจที่จะนำ activated clay มากำจัด ดูดซับสิ่งสกปรก และฟอกสีกลีเซอรินสกปรก เนื่องจาก activated clay มีราคาถูก สามารถดูดซับน้ำ สิ่งสกปรก และความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อปรับปรุงให้ได้มาตรฐาน และสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรม และเชิงพาณิชย์ได้ เช่น อุตสาหกรรมผลิตสบู่ ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรม และหากสามารถทำให้ บริสุทธิ์ได้ถึงร้อยละ 99.5 จะสามารถใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และเวชสำอางได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้แอกทิเวเทตเคลย์ในการดึงเอาแวกซ์ออกจากกลีเซอรินสกปรกที่ได้จากการผลิตไบโอดีเซล
- 2) ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆในการทดลองที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพกลีเซอรินสกปรกจากการผลิตไบโอดีเซล เช่น สัดส่วนแอกทิเวเทตเคลย์ อุณหภูมิ เวลา ความเป็นกรด-เบส เป็นต้น
- 3) เพื่อเพิ่มมูลค่าของกลีเซอรินสกปรกให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบถึงความสามารถในการฟอกสีของแอกทิเวเทตเคลย์
- 2) ทราบถึงผลของตัวแปรต่างๆในการทดลองที่มีผลต่อการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกจากน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเทตเคลย์เป็นตัวดูดซับ
- 3) ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกจากน้ำมันไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเทตเคลย์เป็นตัวดูดซับ

1.4 วิธีดำเนินงาน

- 1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) ศึกษาการใช้เครื่องปฏิกรณ์ และข้อมูลทางเทคนิค
- 3) ออกแบบการทดลอง โดยมีตัวแปรที่ต้องศึกษาประกอบด้วย
 - อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 60, 90, และ 100 องศาเซลเซียส
 - เวลาในการทำปฏิกิริยา 1, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที
 - อัตราส่วนแอกทิเวเทตเคลย์ต่อกลีเซอรินสกปรก 90, 100, 110, 120, 130, 140, และ 150 กรัม (กลีเซอริน 50 กรัม)
 - ความเป็นกรดเบส กรดแก่ กรดอ่อน กลาง เบสอ่อน เบสแก่
 - ขนาดแอกทิเวเทตเคลย์ แบบเม็ด
- 4) ดำเนินการทดลอง วิเคราะห์กลีเซอรินสกปรกที่ผ่านการฟอกสีที่ได้ ดังนี้
 - วิเคราะห์ผลการทดลอง และหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเทตเคลย์เป็นตัวดูดซับ
- 5) เขียนรายงานสรุปผลการทดลอง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กลีเซอริน

กลีเซอรอล (อังกฤษ: glycerol) หรือ กลีเซอริน (glycerine, glycerin) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีสูตรเคมีคือ $C_3H_8O_3$ ลักษณะเป็นของเหลวหนืด ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น รสหวาน มีน้ำหนักโมเลกุล 92.1 g/mol และระดับความไวไฟ 1 ตาม NFPA 704 หรือต้องให้ความร้อนสูงก่อนจึงจะลุกติดไฟ กลีเซอรอลถูกสกัดครั้งแรกในปี ค.ศ. 1783 โดยคาร์ล วิลเฮ็ล์ม เชเลอ นักเคมีชาวสวีเดน และตั้งชื่อโดยมีแชล-เออแฌน เชฟเรล นักเคมีชาวฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1811

กลีเซอรอลเป็นสารพอลิแอลกอฮอล์น้ำตาลแอลกอฮอล์ที่มีอะตอมคาร์บอนเป็นแกนกลาง 3 อะตอม และเป็นโพรไครัล หรือสารที่โครงสร้างสามารถพัฒนาเป็นไครัลได้ การผลิตกลีเซอรอลมักได้จากไตรกลีเซอไรด์จากพืชและสัตว์ ทำปฏิกิริยาซาปอนิฟิเคชัน (saponification) กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ได้สบู่และกลีเซอรอล นอกจากนี้ยังสามารถสังเคราะห์ได้จากโพรพิลีนที่ทำปฏิกิริยาจนได้เอพิคลอโรไฮไดริน และถูกไฮโดรไลซ์จนได้กลีเซอรอล ในร่างกายใช้กลีเซอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ไตรกลีเซอไรด์ และฟอสโฟลิพิด เมื่อร่างกายใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงาน จะดึงกลีเซอรอลจากเนื้อเยื่อไขมันแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคสผ่านกระบวนการสร้างกลูโคสก่อนจะเข้าสู่กระแสเลือด

กลีเซอรอลมีคุณสมบัติเป็นไฮโกรสโคปิก (hygroscopic) หรือสารที่สามารถดูดซึมหรือดูดซับความชื้นจากอากาศ จึงผสมเข้ากับน้ำได้ นอกจากนี้ยังละลายในเอซีโตนได้เล็กน้อย แต่ไม่ละลายในคลอโรฟอร์ม

กลีเซอรอลเป็นสารที่มีพิษน้อย คือมีแอลดี 50 ในหนู (ทางปาก) อยู่ที่ 12600 mg/kg กลีเซอรอลใช้เป็นตัวทำละลาย วัตถุให้ความหวานทดแทนน้ำตาล และวัตถุกันเสียในอาหาร โดยมีเลขอีคือ E422 นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านจุลชีพและไวรัส จึงใช้รักษาบาดแผลและเป็นยาระบาย รวมถึงเป็นสารหล่อลื่นและสารกักเก็บความชุ่มชื้นในเครื่องสำอาง

ข้อแตกต่างของกลีเซอรินกับกลีเซอรอล

กลีเซอริน และกลีเซอรอล ถือเป็นสารเดียวกัน แต่ผู้ใช้ทั่วไปมักเรียก กลีเซอริน (Glycerin) และ กลีเซอรินจะมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า มักมีการปนเปื้อนสิ่งต่างๆ เช่น น้ำ สี เป็นต้น และกลีเซอรินจะใช้เรียกสำหรับอ้างถึงสารละลายในทางการค้าของกลีเซอรอลที่มี น้ำเจือปน โดยมีกลีเซอรอลเป็นองค์ประกอบโดยส่วนใหญ่

กลีเซอรอลดิบจะมีความบริสุทธิ์ ประมาณ 70-80 เปอร์เซ็นต์ และความบริสุทธิ์มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ มักเป็นผลิตภัณฑ์ค้าขายในเชิงพาณิชย์ สำหรับชื่ออื่นนอกเหนือจาก Glycerol และ Glycerin ได้แก่ propane-1,2,3 -triol, 1,2,3 – propanetriol, 1,2,3 trihydroxypropane, glyceritol และ glyceryl alcohol

กลีเซอริน/กลีเซอรอล ที่มีจำหน่ายในปัจจุบันมักมีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลว ซึ่งมีองค์ประกอบและกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน โดยสถานะของเหลวเป็นสถานะปกติของกลีเซอริน/กลีเซอรอล ส่วนกลีเซอรินก้อนที่เป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายตามท้องตลาดสำหรับทำสบู่ก้อนใส่ทั่วไปจะมีส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์ และกลีเซอรินเหลว ได้เป็นกลีเซอรินก้อนที่เรียกกันทั่วไป

สำหรับกลีเซอรินก้อนที่จำหน่ายในร้านค้าหรืออินเทอร์เน็ตมักใช้สำหรับการผลิตสบู่ในครัวเรือนทั่วไป รวมถึงการใช้ในภาคอุตสาหกรรม ส่วนกลีเซอรินเหลวมักใช้ในภาคอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่

- สบู่ก้อนแข็ง เนื้อขาวนวลจะใช้สารตั้งต้นจากสบู่ ที่ได้จากกระบวนการสะaponนิฟิเคชัน
- สบู่ก้อนแข็ง เนื้อมีลักษณะใสจะใช้สารตั้งต้นเป็นกลีเซอรินก้อนที่เป็นส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์กับกลีเซอรินเหลว
- สบู่เหลว เป็นลักษณะสบู่ที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบมาก โดยใช้สารตั้งต้นจากสบู่ ที่ได้จากกระบวนการสะaponนิฟิเคชัน โดยมีโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารทำปฏิกิริยาแทนโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้เนื้อสบู่แบบทั่วไป

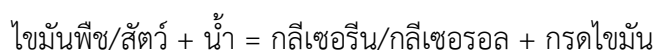
คุณลักษณะเฉพาะของกลีเซอรอล/กลีเซอริน

- มีสถานะปกติเป็นของเหลวชั้น ไม่มีสี มีรสหวาน
- สูตรทางเคมี $C_3H_8O_3$
- มวลอะตอม 92.09382 กรัม/โมล
- ความหนาแน่น 1.261 กรัม/ลบ.ซม.
- จุดหลอมเหลว 18 องศาเซลเซียส
- จุดเดือด 290 องศาเซลเซียส
- ความหนืด 1.2 pa-s
- แรงตึงผิว (20 องศาเซลเซียส) 63.4 มิลลินิวตัน/เมตร

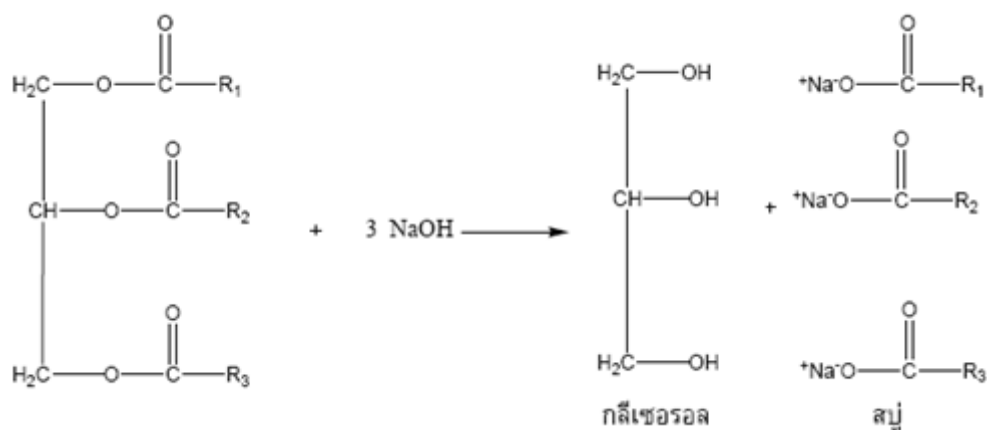
- จุดวาบไฟ (ระบบเปิด) 177 องศาเซลเซียส
- จุดติดไฟ 204 องศาเซลเซียส
- ละลายได้ในน้ำ และแอลกอฮอล์ ไม่ละลายในเบนซีน อีเทอร์ และน้ำมัน

การผลิตกลีเซอริน

1. กลีเซอริน/กลีเซอรอล สามารถผลิตได้จากกระบวนการไฮโดรไลซิสของน้ำมันจากพืช และไขมันจากสัตว์ โดยมีกรดหรือเบสเจือจางเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เกิดเป็นกลีเซอรอลกับกรดไขมัน

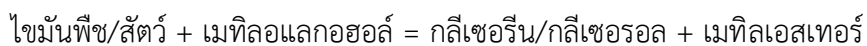


2. กลีเซอริน/กลีเซอรอล ยังสามารถผลิตได้จากกระบวนการผลิตน้ำมันไบโอดีเซล ที่ถือเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสะปอนนิฟิเคชัน ได้สบู่ แอลกอฮอล์ และน้ำผสมรวมอยู่ ซึ่งการผลิตไบโอดีเซลทุกๆ 9 กิโลกรัม จะเกิดกลีเซอรอลประมาณ 1 กิโลกรัม เสมอ



รูปที่ 2.1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

3. การผลิตที่ได้จากกระบวนการการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน ได้เมทิลเอสเทอร์กับกลีเซอริน



ประโยชน์กลีเซอริน/กลีเซอรอล

1. ใช้เป็นตัวทำละลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากสามารถละลายได้ดีในน้ำ และแอลกอฮอล์
2. สำหรับอุตสาหกรรมเคมีใช้สำหรับเป็นสารตั้งต้นในการผลิตสารประกอบโพลีออล (polyol) สำหรับผลิตโฟม
3. กลีเซอริน/กลีเซอรอล ที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 55 จะมีรสหวานสามารถใช้เป็นสารทดแทนน้ำตาลได้
4. กลีเซอริน/กลีเซอรอล ที่เป็นสารจำพวก Hydroscopic มีคุณสมบัติดูดซับความชื้นในบรรยากาศได้ดี จึงนิยมนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความนุ่ม ความยืดหยุ่น และเป็นครีม เช่น อุตสาหกรรมพลาสติกเพื่อให้มีความอ่อนตัว และยืดหยุ่นได้ดี
5. ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เพื่อทำหน้าที่เป็น Thickening agent หรือ Bodying agent เพราะสามารถให้ความหนืดได้ดี
6. ใช้เป็นส่วนผสมสำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อรักษาความชุ่มชื้น เช่น น้ำยาบ้วนปาก ยาสีฟัน สบู่ เป็นต้น
7. ใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ยา อาหาร และเครื่องดื่ม เช่น เป็นสารทดแทนน้ำตาล เป็นต้น
8. โมโนกลีเซอไรต์ใช้เป็นสารอิมัลชัน และสารเพิ่มความคงตัว
9. ใช้ฉีดพ่นหรือเคลือบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเพื่อรักษาความสด ป้องกันการระเหยของน้ำ เช่น ใช้พ่นใบยาสูบ
10. ใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำหรับเป็นสารอิมัลชันในผลิตภัณฑ์ครีม และเป็นสารที่ทำหน้ารักษาความชุ่มชื้นทั้งในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ และแก่ผิว

ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยากลิเซอริน/กลีเซอรอล

กลีเซอริน/กลีเซอรอล สามารถเกิดปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่ายเหมือนกับแอลกอฮอล์ โดยเฉพาะคาร์บอนอะตอมด้านนอกจะมีความว่องไวมากกว่าคาร์บอนอะตอมในด้าน ปฏิกิริยาที่เกิดออกซิไดซ์คาร์บอนอะตอมด้านนอกจะเกิดเป็นอัลดีไฮด์ ส่วนคาร์บอนอะตอมด้านในจะเกิดเป็นหมู่คาร์บอนิล ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยา ได้แก่

1. กรดอินทรีย์ และกรดอินทรีย์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน 1, 2 และ 3 หมู่

2. โมโนกลีเซอไรด์ และไดกลีเซอไรด์ของกรดไขมัน
3. อะลิฟาติกเอสเทอร์ และอะโรมาติกเอสเทอร์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยากับสารอัลคิลเลตติ้ง และเอซิลเลตติ้ง
4. โพลีกลีเซอรินที่เกิดจากปฏิกิริยา Intermolecular Elimination ของน้ำ โดยมีเบสเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา
5. โมโนกลีเซอไรด์ และไดกลีเซอไรด์จากปฏิกิริยาอัลคาไล
6. Cyclic 1,2 หรือ 1,3 และ Acetal หรือ Ketal จากการทำปฏิกิริยากับอัลดีไฮด์หรือคีโตน

2.2 กระบวนการดูดซับ (Adsorption Process)

การดูดซับเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสะสมตัวของสาร หรือความเข้มข้นของสารที่บริเวณพื้นผิวหรือระหว่างผิวหน้า(interface) กระบวนการนี้สามารถเกิดที่บริเวณผิวสัมผัสระหว่าง 2 สภาวะใด ๆ เช่น ของเหลวกับของเหลว ก๊าซกับของเหลว ก๊าซกับของแข็ง หรือของเหลวกับของแข็ง โดยโมเลกุลหรือคอลลอยด์ที่ถูกดูดจับเรียกว่า สารถูกดูดซับ(adsorbate) ส่วนสารที่ทำหน้าที่ดูดซับเรียกว่า สารดูดซับ(adsorbent)

กลไกของกระบวนการดูดซับ

การดูดซับ (Adsorption) เป็นกระบวนการกักพวงสารละลายหรือสารแขวนลอยขนาดเล็กซึ่งละลายอยู่ในน้ำให้อยู่บนผิวของสารอีกชนิดหนึ่ง โดยที่สารละลายหรือสารแขวนลอย ขนาดเล็กนี้เรียกว่า Adsorbate ส่วนของแข็งที่มีผิวเป็นที่เกาะจับของสารที่ถูกดูดซับเรียกว่า Adsorbent การดูดซับนี้จะเป็นการดูดซับแบบระหว่างสถานะ (Phase) ต่างๆทั้งสามสถานะ คือ ของเหลว (Liquid) ก๊าซ (Gas) และ ของแข็ง (Solid) ซึ่งได้ทั้งแบบ ของเหลว- ของเหลว ก๊าซ-ของเหลว ก๊าซ-ของแข็งและ ของเหลว-ของแข็ง โดยในที่นี้จะพิจารณาถึงเฉพาะแบบ ของเหลว-ของแข็ง (Liquid –Solid Interface) ในการดูดซับผิวโมเลกุลของสารละลายหรือสารแขวนลอยก็จะถูกกำจัดออกจากน้ำและไปเกาะติดอยู่บนตัวดูดซับ โมเลกุลของสารส่วนใหญ่จะเกาะจับอยู่กับผิวภายในโพรงของตัวดูดซับ และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เกาะอยู่ที่ผิวภายนอก การถ่ายโมเลกุลจากน้ำ ไปหาตัวดูดซับเกิดขึ้นได้จนถึงสมดุลจึงหยุด ณ จุดสมดุล ความเข้มข้นของโมเลกุลในน้ำจะเหลือน้อยเพราะโมเลกุลส่วนใหญ่เคลื่อนที่ไปเกาะจับอยู่กับตัวดูดซับโดยในการเกาะติดจะมี Driving Force อยู่ 2 แบบ คือ การดูดซับทางกายภาพ และการดูดซับทางเคมี

ประเภทของการดูดซับ

ปัจจัยสำคัญในการบอกชนิดของกระบวนการดูดซับจะพิจารณาจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับ ถ้าแรงยึดเหนี่ยวเป็นแรงแวนเดอร์วาลส์ (Van der Waals Forces) จะเป็นการดูดซับทางกายภาพ (physical adsorption) แต่ถ้าวแรงยึดเหนี่ยวทำให้เกิดพันธะเคมีระหว่างโมเลกุลที่ถูกดูดซับกับผิวของสารดูดซับจะเรียกว่า การดูดซับทางเคมี (chemical adsorption)

1) การดูดซับทางกายภาพ เป็นการดูดซับที่เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลอย่างอ่อน คือ แรงแวนเดอร์วาลส์ (Vander Waals Forces) ซึ่งเกิดจากการรวมแรง 2 ชนิด คือ แรงกระจาย (London dispersion force) และแรงไฟฟ้าสถิต (electrostatic force) การดึงดูดด้วยแรงที่อ่อนทำให้การดูดซับประเภทนี้มีพลังงานการคายความร้อนค่อนข้างน้อย คือ ต่ำกว่า 20 กิโลจูลต่อโมล และสามารถเกิดการผันกลับของกระบวนการได้ง่าย ซึ่งเป็นข้อดี เพราะสามารถฟื้นฟูสภาพของตัวดูดซับได้ง่ายด้วย สารที่ถูกดูดซับสามารถเกาะอยู่รอบ ๆ ผิวของสารดูดซับได้หลายชั้น (multilayer) หรือในแต่ละชั้นของโมเลกุลสารดูดซับจะติดอยู่กับชั้นของโมเลกุลของสารดูดซับในชั้นก่อนหน้านั้น โดยจำนวนชั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารดูดซับ และจะเพิ่มมากขึ้นตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของตัวถูกละลายในสารละลาย

2) การดูดซับทางเคมี การดูดซับประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อตัวถูกละลายกับตัวดูดซับทำปฏิกิริยาเคมีกัน ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของตัวถูกละลายเดิม คือมีการทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมหรือกลุ่มอะตอมเดิมแล้วมีการจัดเรียงอะตอมไปเป็นสารประกอบใหม่ขึ้น โดยมีพันธะเคมีซึ่งเป็นพันธะที่แข็งแรง มีพลังงานกระตุ้นเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ความร้อนของการดูดซับมีค่าสูงประมาณ 50-400 กิโลจูลต่อโมล หมายความว่า การกำจัดตัวถูกละลายออกจากผิวตัวดูดซับจะทำได้ยาก คือไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ (irreversible) และการดูดซับประเภทนี้จะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียว (monolayer) เท่านั้น ซึ่งการดูดซับทางกายภาพและทางเคมีมีข้อแตกต่างกันหลายอย่าง

2.3 เบนโทไนต์

เบนโทไนต์ (Bentonite) เป็นแร่ตติยภูมิที่ประกอบด้วยผลึกของแร่ดินที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพของหินอัคนีเนื้อแก้ว จากพวกหินทัฟฟ์ หรือเถ้าภูเขาไฟ และประกอบด้วยมอนต์มอริลโลไนต์เป็นส่วนใหญ่ (กรมทรัพยากรธรณี, 2556) ถูกตั้งชื่อจากสถานที่ที่มีการขุดขึ้นมาใช้ในเชิงพาณิชย์เป็นครั้งแรก คือที่ฟอर्टเบนทอน มลรัฐไวโอมิ่ง สหรัฐอเมริกา (Fort Benton, Wyoming USA) ค้นพบครั้งแรกในป.ศ.1898 โดย Knight (Ralph and Necip, 1978) แหล่งดินเบนโทไนต์ที่สำคัญของโลกอยู่ที่เมืองไวโอมิ่ง (Wyoming) ประเทศสหรัฐอเมริกา รองลงมา ได้แก่ กลุ่มประเทศอิสระที่แยกตัวจากรัสเซียเดิม (CIS) กรีซ เยอรมัน ญี่ปุ่น และตุรกี

สำหรับประเทศไทย พบแร่เบนโทไนต์ที่จังหวัดกาญจนบุรี ลำปาง เชียงใหม่ ตาก เพชรบูรณ์ และขอนแก่น โดยแหล่งใหญ่ที่สุดพบที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี (จุลสารกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, ปีที่ 10 ฉบับที่ 2, 2555)

การเกิดเบนโทไนต์

แบ่งการกำเนิดเบนโทไนต์เป็น 4 ชนิด คือ

- 1) จากการเปลี่ยนสภาพของแก้วภูเขาไฟ หรือทัฟฟ์แบบอยู่กับที่
- 2) เกิดจากการเปลี่ยนสภาพของหินอัคนีโดยน้ำร้อน
- 3) เกิดจากการเปลี่ยนสภาพของมวลหินอัคนีในทันทีทันใด โดยก๊าซและไอน้ำร้อนที่มีอยู่ใน มวลหินอัคนีนั้น
- 4) การกำเนิดแบบอื่นๆ ที่ไม่สามารถระบุการกำเนิดได้แน่ชัด

ในทางทรัพยากรธรณีแร่เบนโทไนต์อยู่ในตระกูลของแร่ดิน ประกอบด้วย แร่มอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillonite) เป็นหลัก ปะปนอยู่ร่วมกับแร่ต่างๆ เช่น เฟลด์สปาร์ (Feldspar), แคลไซต์ (Calcite), ซิลิกา (Silica), ยิปซัม (Gypsum) ฯลฯ ซึ่งสัดส่วนของจำนวนธาตุองค์ประกอบที่แตกต่างกันไปตามแหล่งที่พบ ทำให้เกิดลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่ไม่ซ้ำกัน

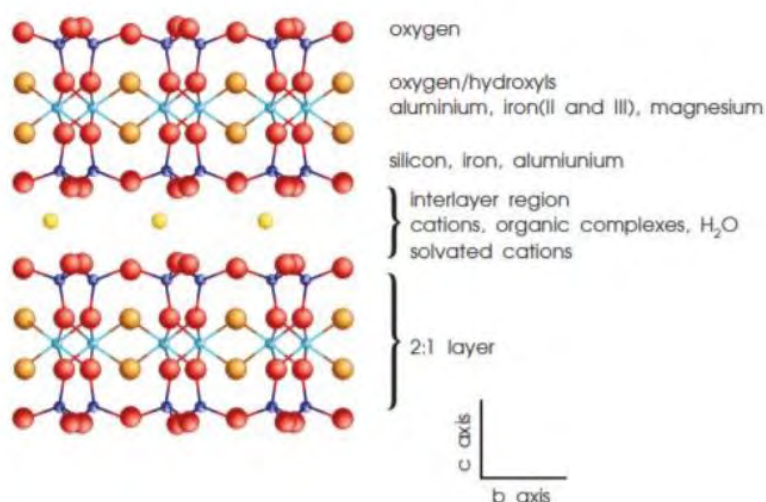
แร่มอนต์มอริลโลไนต์ มีลักษณะเป็นแผ่นหรือเกล็ด ขนาดเล็กซ้อนกัน 3 ชั้น มีแผ่นกลางเป็นแผ่นของกลุ่มโมเลกุลอลูมิเนียมไฮดรอกซิลโมเลกุลแปดระนาบ (Octahedral Aluminum Hydroxyl) อยู่ตรงกลางระหว่างแผ่นของกลุ่มโมเลกุลซิลิคอนออกไซด์โมเลกุลปิรามิดสี่ระนาบ (Silicon Oxide Tetrahedral) โดยที่อะตอมของอลูมิเนียมบางส่วน จะถูกแทนที่ด้วยอะตอมของแมกนีเซียม หรืออะตอมของธาตุเหล็ก ซึ่งจะช่วยให้สร้างประจุลบบนระนาบฐานของโมเลกุลซิลิกา และจะมีการสร้างสมดุลโดยการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับแผ่นที่อยู่ติดกันในแร่มอนต์มอริลโลไนต์ตามธรรมชาติซึ่งประจุบวกเหล่านี้มักจะเป็นแคลเซียมโซเดียม หรือแมกนีเซียม ขึ้นอยู่กับสภาพดิน ฟ้า อากาศ และสภาวะแวดล้อมในช่วงเวลาที่ก่อตัว และลักษณะการก่อตัวขึ้นของแร่ในทางเคมี (สุรวดีสุขเลิศ, 2558)

คุณสมบัติของเบนโทไนต์

เนื่องจากมอนต์มอริลโลไนต์ซึ่งเป็นแร่หลักในเบนโทไนต์ และกลุ่มแร่สเม็คไทต์ มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นลักษณะแผ่นหรือเกล็ดขนาดเล็กๆ ซ้อนกัน 3 ชั้น โดยชั้นกลางเป็นกลุ่มโมเลกุลอลูมิเนียมไฮดรอกซิล แบบแปดระนาบ อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นของกลุ่มโมเลกุลซิลิคอนออกไซด์แบบสี่เหลี่ยมปิรามิด โดยที่อะตอม

อลูมิเนียมบางส่วน จะถูกแทนที่ด้วยเหล็กหรือแมกนีเซียม ซึ่งจะช่วยสร้างประจุลบบนระนาบด้านฐานของ โมเลกุลซิลิกา และสร้างสมดุลโดยการแลกเปลี่ยนประจุบวกกับชั้นที่อยู่ติดกันสำหรับประจุบวกในแร่มอนต์มอริลโลไนต์ตามธรรมชาติมักจะเป็นแคลเซียม โซเดียม หรือแมกนีเซียมขึ้นกับสภาพดิน ฟ้า อากาศ และสภาวะแวดล้อมในช่วงเวลา และลักษณะการก่อตัวของแร่โครงสร้างทางกายภาพของแร่มอนต์มอริลโลไนต์ คือกลุ่มของเกล็ดหรือผลึก ที่มีระนาบฐานที่กว้าง แตกต่างกันในวงความยาวที่ 0.2-2.0 ไมครอน (10^{-6} เมตร) และความหนาที่ 6-10 ไมครอน ซึ่งในความเป็นจริงลักษณะและคุณสมบัติของเบนทอไนต์มีความซับซ้อนและยังค่อนข้างมีความเฉพาะตัว แตกต่างกันไปตามแหล่งแร่ คุณสมบัติทาง “เคมี-กายภาพ” คือการมีขนาดของอนุภาคละเอียดมาก และการมีประจุบวกที่ทำการแลกเปลี่ยนประจุได้ดี ดังแสดงในรูปที่ 1-2 ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ดีในเรื่องการดูดซึมและการเคลื่อนตัว นอกจากนี้ คุณสมบัติเหล่านี้ยังก่อให้เกิดการนำไปใช้งานแบบใหม่ๆ ได้อย่างมากมาย หลังจากการถลุงและแปรรูป

คุณสมบัติทางกายภาพ รูปผลึกโมโนคลินิกปกติลักษณะเนื้อเหมือนดินหรือเป็นฝุ่น หรือเป็นเม็ดเล็กๆ ละเอียดคล้ายดิน มีสีขาวเทาออกเหลือง เขียว ชมพูและ สีฟ้า ความวาวแบบดินความแข็ง 1-2 จัดว่าอ่อนมาก น้ำหนักเบา ทึบแสงเพราะอนุภาคเล็กมาก



รูปที่ 2.2 โครงสร้างผลึก และเคมีของแร่ในกลุ่มแร่สเม็คไทต์

คุณสมบัติทางเคมี สูตรเคมี $(1/2\text{Ca,Na})(\text{Al,Mg,Fe})_4(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ สามารถดูดโมเลกุลของน้ำเข้าไปในโครงสร้างทำให้เกิดการขยายตัว คือ พองออกนั่นเอง คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเบนโทไนต์อาจแตกต่างกันทั้งจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน และจากต่างแหล่ง ขึ้นอยู่กับระดับของการแทนที่ทางเคมี

และจากชนิดของมลทินที่มีอยู่คุณสมบัติของเบนโทไนต์โดยทั่วไปมีดังนี้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2556 และเลิศลักษณ์, 2539)

1) ความสามารถในการแทนที่ของอะตอมประจุไฟฟ้าบวกด้วยธาตุที่มีวาเลนซ์ต่ำกว่า เช่น การแทนที่ของ Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} หรือ H^+ ใน Si^{4+} และ Al^{3+} รวมทั้งการมีพื้นผิวสัมผัส ต่อปฏิกิริยาทางเคมีมาก มีความสามารถสูงในการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าบวก ความสามารถในการดึงดูดน้ำเข้ามาเป็นส่วนประกอบหนึ่งของโมเลกุล ทำให้น้ำคงอยู่ในดินได้ เป็นระยะเวลานาน และความสามารถในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการไหลของของเหลว ทำให้เบนโทไนต์มีประสิทธิภาพในการช่วยเพิ่มความชื้นและเกิดการพองตัวกลายเป็นเจล

2) คุณสมบัติด้านการซึมผ่าน การเคลือบผิว อุดช่องว่างในชั้นหินหรือชั้นหินพรุน ป้องกัน การซึมผ่านของน้ำ

3) คุณสมบัติในการเชื่อมประสานใช้ในการทำแบบหล่อทราย ทำแร่เหล็กอัดเม็ดเพื่อการถลุง และทำอาหารสัตว์อัดเม็ด

4) คุณสมบัติในการดูดซับที่ดีทำให้สามารถดึงอนุมูลของประจุต่างๆ โดยเฉพาะปุ๋ยในน้ำ และดินได้ดี เมื่อใส่ปุ๋ยลงไป สารอาหารจะสามารถอยู่ในเนื้อดินได้เป็นระยะเวลานาน

5) คุณสมบัติในการยึดเกาะ

เนื่องจากคุณสมบัติและพฤติกรรมโดยรวมของเบนโทไนต์จะแสดงลักษณะเดียวกันกับแรมอนต์มอริลโลไนต์ทุกประการ นั่นคือ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีจะแปรเปลี่ยนไปตามระดับของการแทนที่ทางเคมีในโครงสร้างของกลุ่มแร่สเม็คไทต์ และลักษณะธรรมชาติของการแลกเปลี่ยนประจุ (Exchangeable Cations) และขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสิ่งเจือปนอยู่ (Impurities)

ดังนั้นจึงมีเรื่องของระดับชั้น (Grade) และคุณภาพ (Quality) ของเบนโทไนต์มาเกี่ยวข้อง ซึ่งระดับชั้นของเบนโทไนต์จะแสดงถึงปริมาณของแรมอนต์มอริลโลไนต์ที่ประกอบอยู่ ส่วนคุณภาพจะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินเหนียว ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบดั้งเดิมหรือปรับเปลี่ยนไปตลอดจนผลที่ได้จากกระบวนการทางอุตสาหกรรมโดยทั่วไป

ชนิดของเบนโทไนต์

เบนโทไนต์ มีแร่ดินเหนียวชนิดมอนต์มอริลโลไนต์เป็นองค์ประกอบหลัก รองลงมาได้แก่ ซิลิกอนไดออกไซด์เหล็กออกไซด์ แคลเซียมออกไซด์จากองค์ประกอบนี้เองทำให้ดินเบนโทไนต์มีสมบัติในการดูดซับที่ดีและสามารถเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของมอนต์มอริลโลไนต์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2535) ได้แบ่งเบนโทไนต์ออกเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) โซเดียมเบนโทไนต์
- 2) แคลเซียมเบนโทไนต์
- 3) แคลเซียมเบนโทไนต์แปรสภาพ

สำหรับพจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ปี 2544 กำหนดให้เบนโทไนต์แบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ 1) ชนิดพองตัวมาก ใช้ทำโคลนเจาะในการเจาะสำรวจ ทำแบบหล่อทราย เป็นต้น

2) ชนิดไม่พองตัวหรือพองตัวได้น้อย ใช้ดูดซับน้ำมันและฟอกสี เป็นต้น

3) ชนิดที่ทำหน้าที่เป็นสารเติมแต่งในสารเคลือบผิว เช่น หมึกพิมพ์หรือเป็นสารควบคุมการไหลของพอลิเมอร์ในสารเคลือบผิว

ชนิดของแร่เบนโทต์

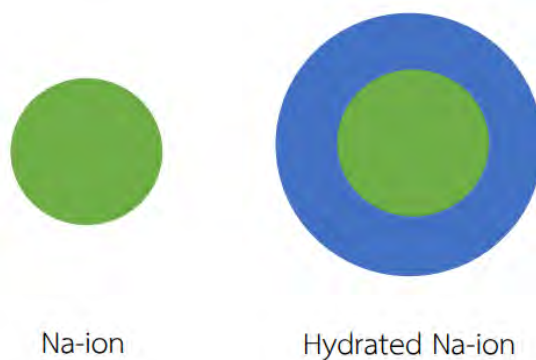
ชนิดของแร่เบนโทไนต์ที่นำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ณ ปัจจุบัน มี 2 ชนิด ดังนี้

- 1) โซเดียมเบนโทไนต์

เบนโทไนต์ชนิดนี้จะขยายตัวหรือพองตัวเมื่อเปียกน้ำ และสามารถดูดซับได้มากขึ้นหลายเท่าจากสภาพที่แห้ง เนื่องจากคุณสมบัติทางการแขวนลอย (Colloidal) ที่ดีเยี่ยม ดังนั้นจึงนิยมใช้เป็นโคลนสำหรับงานเจาะ (Drilling Mud) สำหรับงานสำรวจเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติตลอดจนงานเจาะสำรวจดานธรณีวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อมนอกจากนี้โซเดียมเบนโทไนต์ยังถูกนำไปใช้ในการอุดเชื่อม (Sealant) เนื่องจากคุณสมบัติการพองตัวที่ดีของเบนโทไนต์ชนิดนี้สามารถทำหน้าที่อุดเชื่อมได้ด้วยตัวมันเองในผนังที่มีความสามารถในการซึมผ่านต่ำ (Low Permeability Barrier) และยังสามารถใช้ปูพื้นสำหรับฐานของที่ฝังกลบขยะ สำหรับงานด้านธรณีสัณฐานสิ่งแวดล้อม (Geoenvironmental Application) โดยการผสมกับพอลิเมอร์บางครั้ง เบนโทไนต์ชนิดนี้ถูกเรียกว่า เบนโทไนต์ที่พองตัว (Swelling Bentonite)

2) แคลเซียมเบนโทไนต์

เบนโทไนต์ชนิดนี้ไม่บวมน้ำ บางครั้งจึงถูกเรียกว่า เบนโทไนต์ที่ไม่พองตัว (Nonswelling Bentonite) แคลเซียมเบนโทไนต์จะถูกใช้เป็นตัวดูดซับไอออนในสารละลาย ในไขมันและในน้ำมันเป็นส่วนผสมของสารทำความสะอาดในอุตสาหกรรม นอกจากนี้แคลเซียมเบนโทไนต์สามารถปรับเปลี่ยนให้เป็นโซเดียมเบนโทไนต์ได้ โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนประจุ (Ion Exchange Process) แร่เบนโทไนต์ที่มีไอออนโซเดียมอยู่ในโครงสร้างเป็นปริมาณมากจะมีสมบัติในการดูดซับน้ำ และเกิดการแลกเปลี่ยนไอออนกับสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าแร่ที่มีไอออนแคลเซียมอยู่ในโครงสร้าง โดยมีกระบวนการพองตัว



รูปที่ 2.3 อนุภาคโซเดียมไอออนก่อนและหลังจับกับโมเลกุลน้ำ

การนำเบนโทไนต์ไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากเบนโทไนต์มีหลายชนิด จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมได้มากมายอาทิ

- 1) การทำโคลนเจาะต่างๆ โดยใช้ผสมกับน้ำเพื่อช่วยหล่อเลี้ยงหัวเจาะในการเจาะบาดาล หรือการเจาะบ่อน้ำมัน
- 2) การขจัดสีในน้ำมัน อุตสาหกรรมฟอกสี
- 3) ใช้ผสมอาหารสัตว์ให้สัตว์กินเพื่อเพิ่มแร่ธาตุเสริม
- 4) การผลิตเครื่องสำอาง
- 5) การขจัดคราบไขมันในบ่อบำบัดน้ำเสีย
- 6) ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก
- 7) ใช้ผสมดินหรือคอนกรีตในการก่อสร้างเขื่อนหรือคลอง เพื่อป้องกันน้ำรั่วซึม

- 8) ใช้ปรับความหนืดสำหรับอุตสาหกรรมสีและหมึกพิมพ์
- 9) ใช้ในอุตสาหกรรมหล่อเหล็ก
- 10) ใช้เป็นสารอุดบ่อ ทำบ่อเก็บกักน้ำ
- 11) ใช้เพื่อบำบัดน้ำเสีย รักษาคุณภาพน้ำ
- 12) ใช้ขจัดก๊าซพิษ โลหะหนัก กลิ่นไม่พึงประสงค์ Na-ion Hydrated Na-ion
- 13) ช่วยปรับปรุงคุณภาพดิน ปรับสภาพดิน ทำให้ดินดีมีความอุดมสมบูรณ์
- 14) ใช้ในฟาร์มปศุสัตว์โดยผสมกับมูลสัตว์เพื่อลดกลิ่นและลดปริมาณเชื้อโรคได้ดี

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการฟอกกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเตดเคลย์ เพื่อหาสภาวะที่การฟอกกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลดีที่สุดโดยเปรียบเทียบกับสีของกลีเซอรินบริสุทธิ์95% โดยการทดลองเริ่มจากออกแบบการทดลองการฟอกกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเตดเคลย์ ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 60, 80, และ 100 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 1, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที อัตราส่วนของแอกทิเวเตดเคลย์ 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 100, 110, 120, 130, 140, และ 150 กรัมต่อกลีเซอรินสกปรก 50 กรัม น้ำ 100 กรัม ความเป็นกรดเบสของกลีเซอรินสกปรก จากนั้นทำการทดลอง วิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้เปรียบเทียบกับสีของกลีเซอรินบริสุทธิ์95% โดยสามารถเปรียบเทียบด้วยตาเปล่าและค่าการดูดกลืนแสง และวิเคราะห์องค์ประกอบและโครงสร้างผลึกของแอกทิเวเตดเคลย์ ก่อนและหลังการฟอกกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซล

3.1 สารตั้งต้นและสารเคมี

1. กลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซล
2. แอกทิเวเตดเคลย์(Activated Clay) แบบเม็ด
3. น้ำ
4. กรดซัลฟิวริก
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ทดลอง

1. เครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน ดังรูปที่ 3.1



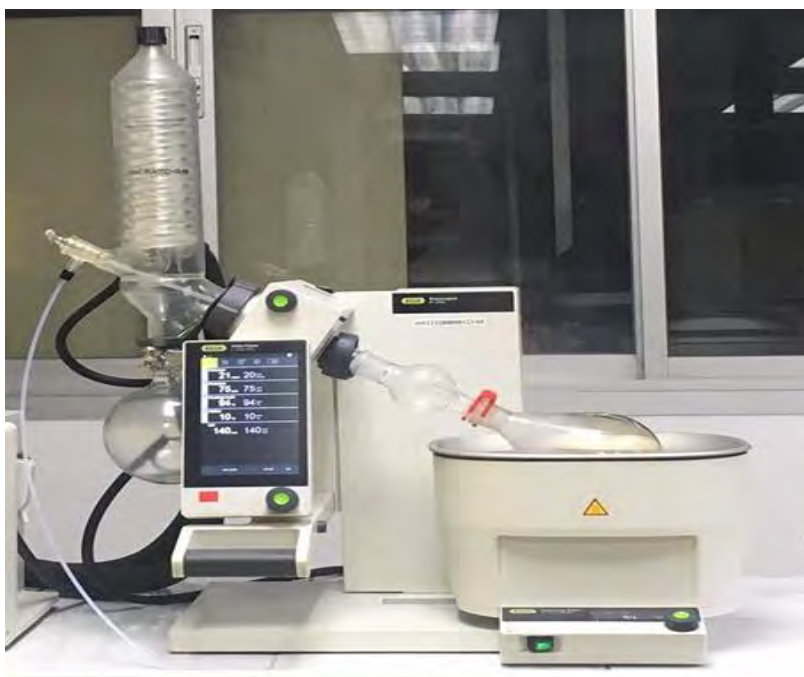
รูปที่ 3.1 เครื่องกวนสารชนิดให้ความร้อน

2. ชุดกรองสุญญากาศประกอบด้วยปั๊มดูดอากาศที่ต่อกับชุดเครื่องแก้ว เพื่อกรองแยกของเหลวออกจากของแข็งแบบสุญญากาศผ่านกระดาษกรอง ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดกรองสุญญากาศ

3. เครื่องระเหยแบบลดความดัน rotary evaporator



รูปที่ 3.3 เครื่องระเหยแบบลดความดัน rotary evaporator

4. กระดาษกรองเบอร์ 5
5. กระดาษทิชชู
6. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า ความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. ตู้อบ
8. เครื่องแก้ว เช่น ปีกเกอร์ กรวยกรอง หลอดหยด ขวดรูปกรวย แ่งแก้วคนสาร เป็นต้น
9. ซ้อนตักสาร
10. ขวดใส่ตัวอย่าง
11. pH paper

3.3 วิธีการทดลอง

ออกแบบการทดลองสำหรับการฟอกสีน้ำมันกลีเซอรินสกปรกโดยใช้แอคติเวเทดเคลย์กำหนดตัวแปรที่ศึกษา ดังตารางที่ 3.1 คือ อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 60, 80, และ 100 องศาเซลเซียส เวลาในการทำปฏิกิริยา 1, 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 นาที อัตราส่วนของแอคติเวเทดเคลย์ 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 100, 110, 120, 130, 140, และ 150 กรัมต่อกลีเซอรินสกปรก 50 กรัม น้ำ 100 กรัม และความเป็นกรดเบส ได้แก่ กรดแก่ กรดอ่อน กลาง เบสอ่อน และเบสแก่

ตารางที่ 3.1 จำนวนการทดลองสำหรับการฟอกสีกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลโดยใช้แอคติเวเทดเคลย์

การทดลองที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)	ปริมาณแอคติเวเท็ด เคลย์ (กรัม)	ความเป็นกรดเบส (ค่าพีเอช)
1	100	10	90	6
2	100	10	100	6
3	100	10	110	6
4	100	10	120	6
5	100	10	130	6
6	100	10	140	6
7	100	10	150	6
8	100	1	110	6

9	100	10	110	6
10	100	20	110	6
11	100	30	110	6
12	100	40	110	6
13	100	50	110	6
14	100	60	110	6
15	100	20	110	2
16	100	20	110	4
17	100	20	110	7
18	100	20	110	8
19	100	20	110	10
20	100	20	110	12
21	60	20	110	6
22	80	20	110	6

1. การฟอกสีกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซลโดยใช้แอกทิเวเทดเคลย์
 - 1.1. เตรียมชุดการทดลองประกอบด้วยเครื่องเขย่าสารและชุดกรองสุญญากาศ
 - 1.2. ชั่งกลีเซอรินสกปรกจากไบโอดีเซล 50 กรัม ผสมน้ำร้อน 50, 100 มิลลิลิตร ในปิ๊กเกอร์ 250 มิลลิลิตร (ทุกการทดลอง)
 - 1.3. เติมกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 6 M ปริมาตร 10 มิลลิลิตรเพื่อปรับสภาพให้อยู่ในสภาวะกรด
 - 1.4. จากนั้นนำไปกรองด้วยชุดกรองแบบสุญญากาศ
 - 1.5. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 M ลงในกลีเซอรินสกปรกที่ผ่านการกรองเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลาง
 - 1.6. ทำการทดลองที่อัตราส่วนแอกทิเวเทดเคลย์ 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 100, 110, 120, 130, 140, และ 150 กรัมต่อกลีเซอรินสกปรก 50 กรัม น้ำ 100 กรัม
 - 1.7. นำของเหลวที่ได้กรองโดยชุดกรองสุญญากาศเพื่อแยกผลิตภัณฑ์ของเหลวและของแข็งแอกทิเวเทดเคลย์ โดยผลิตภัณฑ์ของเหลวใสในน้ำไประเหยแบบลดความดันด้วยเครื่อง rotary evaporator เพื่อดึงตัวทำละลายออกจากรวมน้ำของเหลวที่ได้บรรจุใส่ขวดตัวอย่างของแข็งแอกทิเวเทดเคลย์นำไปอบระเหยน้ำมัน เพื่อส่งวิเคราะห์XRDและXRF
2. วิเคราะห์สีของผลิตภัณฑ์ของเหลวที่ได้จากการทดลองเปรียบเทียบกับสีของกลีเซอรินบริสุทธิ์ 95%

บทที่ 4

ผลการทดลอง และวิจารณ์ผลการทดลอง

บทนี้รายงานผลของปริมาณแอกทิเวเทดเคลย์ที่ใช้ในการฟอกสี อุณหภูมิ เวลาในการทำปฏิกิริยา สภาพความเป็นกรด/ด่างในการทำปฏิกิริยา และปริมาณกลีเซอรินที่สูญเสียไปขณะทำการทดลอง ผลเชิงปริมาณ คือ ผลของตัวแปรที่ศึกษาต่างๆ และปริมาณผลิตภัณฑ์ของเหลวสูงสุดที่สภาวะที่เหมาะสมของการเกิดปฏิกิริยา ผลเชิงคุณภาพ ได้แก่ สีของผลิตภัณฑ์ของเหลวเปรียบเทียบกับสีของกลีเซอรินสำเร็จรูป 80% ที่เป็นผลิตภัณฑ์เพิ่มความชุ่มชื้นสำหรับเบาะ และยาง

ตอนที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณแอกทิเวเทดเคลย์ที่ใช้สำหรับการฟอกสี



รูปที่ 4.1 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ใช้ปริมาณแอกทิเวเทดเคลย์ในการทำปฏิกิริยาต่างกัน

ตารางที่ 4.1 ผลของปริมาณแอกทิเวเทดเคลย์ในการทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี

การทดลองที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กลีเซอริน (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เวลาฟอก (นาที)	pH	จำนวนครั้งที่ฟอก	สี
13	100.1	50.80	90.10	100.00	10	6	1	
10	100	50.05	100.35	100.09	10	6	1	
14	100	50.15	110.00	99.95	10	6	1	
15	100	50.10	120.00	99.95	10	6	1	

16	100	50.00	130.20	100.35	10	6	1	
17	100	50.05	140.00	100.00	10	6	1	
18	100.8	50.05	150.05	100.25	10	6	1	

จากการทดลองในตอนที 1 พบว่าปริมาณแอกทิเวเตดเคลย์ที่เหมาะสมในการฟอกสีได้อ่อนที่สุด คือ 120 กรัม ต่อ กลิเซอร์ีนสกรปรก 50 กรัม ต่อ น้ำกลั่น 100 กรัม หรือคิดเป็นอัตราส่วน แอกทิเวเตดเคลย์: กลิเซอร์ีน:น้ำ 2.4 : 1 : 2 เนื่องจากปริมาณแอกทิเวเตดเคลย์ที่น้อยกว่านี้จะมีพื้นที่ผิวในการดูดซับสิ่งสกปรกไม่เพียงพอ แต่หากปริมาณแอกทิเวเตดเคลย์มากกว่านี้จะทำให้แอกทิเวเตดเคลย์กระจายตัวได้ไม่ทั่วถึงขณะฟอกสี และนอนกัน พื้นที่ผิวบางส่วนจึงถูกบดบัง ไม่สามารถดูดซับสิ่งสกปรกได้

ตอนที่ 2 การศึกษาเปรียบเทียบอุณหภูมิที่ใช้ในการสำหรับการฟอกสี



รูปที่ 4.2 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอร์ีนหลังฟอกสีที่ใช้อุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยาต่างกัน โดย ก. เป็นการฟอกที่อุณหภูมิต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส (ซ้ายมือ) และ ข. เป็นการฟอกที่อุณหภูมิสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส (ขวามือ)

ตารางที่ 4.2 ผลของอุณหภูมิขณะทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี

การทดลองที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	กลีเซอริน (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เวลาฟอก (นาที)	pH	จำนวนครั้งที่ฟอก	สี
14	100	50.15	110.00	99.95	10	6	1	
26	80	50.00	110.00	100	10	6	1	
25	60	50.00	110.00	100	10	6	1	

จากการทดลองในตอนี่ 2 นี้พบว่า อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสามารถฟอกสีกลีเซอรินสกปรก 50 กรัมที่ผสมน้ำ 100 กรัมได้สีอ่อนที่สุด และสีของผลิตภัณฑ์หลังฟอกสีไม่แตกต่างกันเมื่อทำการทดลองที่อุณหภูมิเกิน 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป ดังนั้นแอกทีเวเตดเคลย์สามารถทำงานได้ดีที่ 60 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 3 การศึกษาเปรียบเทียบเวลาที่ใช้สำหรับการฟอกสี



รูปที่ 4.3 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.3 ผลของเวลาในการทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี

การทดลอง ที่	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	กลีเซอริน (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เวลาฟอก (นาที)	pH	จำนวนครั้งที่ฟอก	สี
19	100	50.00	110.00	100.00	1	6	1	
14	100	50.15	110.00	99.95	10	6	1	
20	100	50.05	110.00	100.00	20	6	1	
21	100	50.25	110.00	100.00	30	6	1	
22	100	50.25	110.00	100.00	40	6	1	
23	100	50.00	110.00	100.00	50	6	1	
24	100	50.00	110.00	100.00	60	6	1	

จากการทดลองในตอนที่ 3 พบว่าเวลา 60 นาทีที่ใช้ในการฟอกสีเป็นเวลาที่ฟอกสีได้อ่อนที่สุด เนื่องจากเวลาในการทำปฏิกิริยานานขึ้น แอคทีเวเทตเคลย์จึงสามารถดูดซับสิ่งสกปรกเข้าไปได้มาก แต่เมื่อใช้เวลาในการฟอกสีที่มากกว่า 60 นาทีสีของผลิตภัณฑ์ก็ไม่อ่อนลงไปมากกว่านี้เนื่องจากแอคทีเวเทตเคลย์นั้น อิ่มตัวไม่สามารถดูดซับสิ่งสกปรกเข้าไปเพิ่มได้

ตอนที่ 4 การศึกษาเปรียบเทียบสภาวะกรด-ด่างสำหรับการฟอกสี



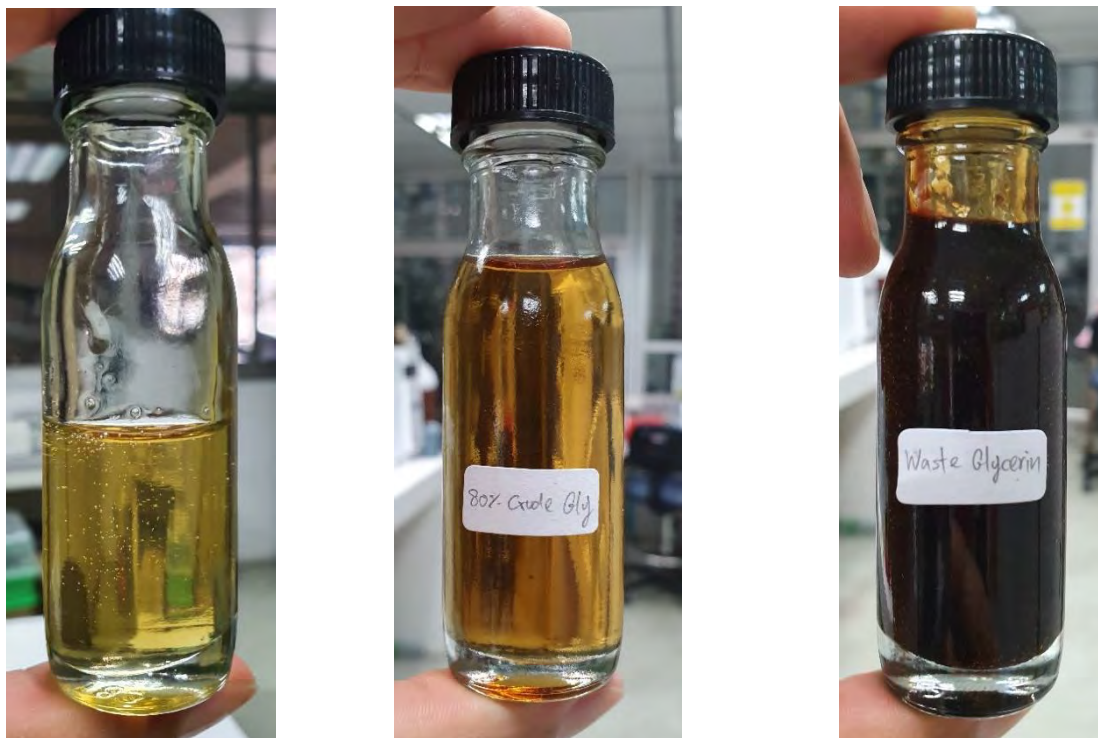
รูปที่ 4.4 สีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีที่ทำปฏิกิริยาในสภาวะความเป็นกรด/เบสที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.4 ผลของสภาวะความเป็นกรด/ต่างขณะทำปฏิกิริยาต่อสีของผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสี

การทดลอง ที่	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	กลีเซอริน (กรัม)	น้ำหนักดิน (กรัม)	น้ำ (กรัม)	เวลาฟอก (นาที)	pH	จำนวนครั้งที่ฟอก	สี
31	100	50.05	110.00	100.00	20	2	1	
32	100	50.00	110.00	100.00	20	4	1	
20	100	50.05	110.05	100.00	20	6	1	
33	100	50.00	110.00	100.00	20	7	1	
34	100	50.00	110.00	100.00	20	8	1	
35	100	50.05	110.00	100.00	20	10	1	
36	100	50.00	110.00	100.00	20	12	1	

จากการทดลองในตอนี่ 4 พบว่าสภาวะกรดอ่อนที่ pH 6 ฟอกสีได้อ่อนที่สุด เนื่องจากแอกทิเวเทต
เคลย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดที่ค่า pH นี้

ตอนที่ 5 การศึกษาเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่ฟอกสีในสภาวะการฟอกสีที่ดีที่สุด (แอกทิเวตเคลย์ 120 กรัม/60 องศาเซลเซียส/เวลาฟอก 60 นาที/ pH 6) และระเหยน้ำออกแล้ว กับผลิตภัณฑ์กลีเซอรินสำเร็จรูป และกลีเซอรินดิบสกปรก



รูปที่ 4.5 สีของ ก. ผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีในสภาวะที่ดีที่สุด (ซ้ายมือ) ข. ผลิตภัณฑ์กลีเซอรินสำเร็จรูป (ตรงกลาง) และ ค. กลีเซอรินดิบสกปรก(ขวามือ)

เมื่อผลิตภัณฑ์กลีเซอรินหลังฟอกสีในสภาวะที่ดีที่สุด ผลิตภัณฑ์กลีเซอรินสำเร็จรูป และกลีเซอรินดิบสกปรกมาเปรียบเทียบกันพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองมีสีที่อ่อนกว่าผลิตภัณฑ์กลีเซอรินสำเร็จรูป และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองมีสีที่อ่อน และใสกว่าการทดลองมากอย่างเห็นได้ชัด

ตอนที่ 6 การศึกษาปริมาณกลีเซอรินที่สูญเสียไปขณะทำการทดลอง

-เริ่มต้น

กลีเซอรินสกปรก	50.05 กรัม	กรด H ₂ SO ₄	10.65 กรัม
น้ำ	100.00 กรัม	แอคทีเวเทดเคลย์	50.00 กรัม

-กรองกรดไขมันออก

สารหลังกรองกรดไขมัน	156.45 กรัม	กรดไขมัน	4.25 กรัม
---------------------	-------------	----------	-----------

-ฟอกสีด้วยแอคทีเวเทดเคลย์

น้ำหนักแอคทีเวเทดเคลย์เปียก	71.29 กรัม	สารหลังฟอกสี	120.15 กรัม
น้ำหนักแอคทีเวเทดเคลย์แห้ง	57.90 กรัม	กลีเซอรินติดไปกับดิน	7.90 กรัม
น้ำที่ระเหยไปขณะฟอก	22.91 กรัม	น้ำที่ติดไปกับดิน	5.49 กรัม

-ปรับค่า pH

น้ำหนักสารหลังกรอง	117.40 กรัม	น้ำหนักสบู่เปียกที่กรองออก	5.00 กรัม
สารปรับค่า pH	2.25 กรัม	สารละลายติดไปกับสบู่	2.75 กรัม

-ระเหยน้ำออก

สารละลายหลังระเหย	45.80 กรัม	เกลือ	25.80 กรัม
กลีเซอรินผลิตภัณฑ์	20.00 กรัม	น้ำที่ระเหยออก	71.60 กรัม

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ดำเนินการ ณ ศูนย์วิจัยเชื้อเพลิงและพลังงานจากชีวมวล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สระบุรี เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม และใช้ประโยชน์จากกลีเซอรินสกปรกที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยการพอกกลีเซอรินดังกล่าวโดยใช้แอคติเวเทดเคลย์เพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม หรือซื้อ/ขายเชิงพาณิชย์ เหตุผลที่เลือกใช้ดินกัม-มันต์เบนโทไนต์ ในการพอกกลีเซอรินสกปรก คือ เป็นตัวดูดซับที่หาง่าย และราคาถูก โดยแอคติเวเทดเคลย์เบนโทไนต์สามารถดูดซับรงควัตถุสี และสิ่งสกปรกออกจากกลีเซอรินได้ ทำให้กลีเซอรินที่ผ่านการพอกสีโดยแอคติเวเทดเคลย์เบนโทไนต์มีสีที่อ่อน สะอาด และใสขึ้น อีกทั้งยังสามารถนำไปสังเคราะห์เป็นกลีเซอรอลบริสุทธิ์ได้ง่ายขึ้น หรือนำไปจำหน่ายเป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับเบาะ และยางได้ จากการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อการพอกสีกลีเซอรินสกปรกที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล พบว่าสถานะที่ดีที่สุดในการพอก คือ ใช้แอคติเวเทดเคลย์ในอัตราส่วน 2.4 ต่อกลีเซอริน 1 ส่วนโดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที และในสภาวะกรดอ่อน pH 6 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีที่อ่อนกว่ากลีเซอรอลสำเร็จรูป 80%

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเพิ่มเติมในชุดการทดลองสเกลใหญ่กว่านี้ ก่อนนำไปสู่การผลิตเพื่อใช้งานจริง
2. ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ในการสังเคราะห์กลีเซอรินสกปรกที่ได้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล
3. ควรหาความรู้พื้นฐาน เทคนิค เครื่องมือ และการคำนวณ ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ในงานต่าง ๆ
4. ควรตั้งใจศึกษาความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ที่คอยดูแลถ่ายทอดความรู้ เพราะอาจหาไม่ได้จากตำราเรียนแต่สามารถหาได้ในผู้ที่มีประสบการณ์ และมีความชำนาญ

5. ควรมีความรอบคอบ ระมัดระวัง เพราะเครื่องมือ เครื่องแก้วที่ใช้ มีราคาแพง และเป็นของส่วนรวมที่ใช้ร่วมกัน
6. ควรมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนร่วม เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการทำงาน
7. ควรสวมใส่อุปกรณ์ ป้องกันตัวเองในการทำงาน เนื่องจากการทำงานต้องใช้สารเคมีที่มีอันตราย

บรรณานุกรม

- [1] Pitt F.D., Domingos A.M. and Barros A.A.C., South African Journal of Chemical Engineering, 29, 42-51, 2019.
- [2] Foroushani, F.T., Tavanai, H., Hosseini, F.A. of An investigation on the effect of KMnO₄ on the pore characteristics of pistachio nut shell based activated carbon. Journal of Microporous and Mesoporous Materials, 230, 39-48, 2016
- [3] Menéndez-Díaz, J.A. and Martín-Gullón, I. Types of carbon adsorbents and their production. Interface Science and Technology, 7, 1-47, 2006.
- [4] ศูนย์เชื้อเพลิงและพลังงานจากชีวมวล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรี (ออนไลน์) ,สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2562 , จากเว็บไซต์ http://www.iscisaraburee.sc.chula.ac.th/2017/index.php/portfolio/about_us/
- [5] สถานีวิจัย และพัฒนาพลังงานทดแทนจากน้ำมันปาล์ม และน้ำมันพืช คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.(2006), ไบโอดีเซล(ออนไลน์), สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2562, จากเว็บไซต์ http://www.biodiesel.eng.psu.ac.th/adv_disadv.php
- [6] ณฐมน ดีปะติ. “การผลิตและการพัฒนากระบวนการทำให้บริสุทธิ์ ของกลีเซอรอลที่ได้จากกากของเสีย โรงงานอุตสาหกรรมผลิตถัณฑ์นม”.ปริญญาานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสาขาวิชาเคมี ,2551
- [7] กลีเซอรอล(ออนไลน์), สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2562, จากเว็บไซต์ <https://www.siamchemi.com/กลีเซอรอล/>
- [8] pradthana (19 มีนาคม 2551), กระบวนการดูดซับ(ออนไลน์), สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2562 , จากเว็บไซต์ <https://pradthana.wordpress.com/2008/04/13/adsorption-process/>,
- [9] สมาคมสิ่งแวดล้อมไทย, “เบนโทไนต์”, ใน สารานุกรม เบนโทไนต์ สำหรับงานวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อม. หน้า 2-8, 14 .กรุงเทพฯ. 2559
- [10] ก่อฤกษ์ เชียงว่อง และ วีระชัย โคตรคำหาร. (2545). “การศึกษาเบื้องต้นการทำกลีเซอรอลจากการสังเคราะห์ไบโอดีเซลให้บริสุทธิ์”. ปริญญาานิพนธ์ วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี). กรุงเทพฯ: สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[11]สุธารักษ์ บุญโชติ; ผกามาศ ประยูนยง; และ ชาคริต ทองอุไร. (2546). “การทำกลีเซอรอลที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันพืชให้บริสุทธิ์”. ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. หน้า . 2 - 15. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.