Published online: 20 July 2018

การออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์เพื่อเตรียมอิมัลชัน

Design and development of in-line homogenizer for emulsion preparation

อรินทร์ บรรจงศิลป์

อีเมล์: 5951701302@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

อำภา จิมไชสง

อีเมล์: ampa@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ให้สามารถผลิตอิมัลชันที่มีขนาดเล็ก ละเอียด มีความคงตัวและมีคุณภาพดี เป้าหมายที่ต้องการคือ 1 ไมครอน โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงตัวแปรคือ จำนวนตะแกรงและขนาดรูของตะแกรงโฮโมจิไนเซอร์ ความเร็วรอบมอเตอร์และความดันโดยใช้อิมัลชันโลชั่นที่มีความหนืดต่ำ ผลการทดลองพบว่าโลชั่นใช้ตะแกรงโฮโมจิไนเซอร์ 1 ชั้น รอบมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที และความดัน 6 บาร์ สามารถทำให้อนุภาคอิมัลชันเล็กเฉลี่ย 1.1597 ไมครอนและมีความคงตัว การใช้ความดันและรอบมอเตอร์สูงทำให้โลชั่นส่วนใหญ่ไม่คงตัว เนื่องจากเกิดความร้อนจากแรงอัดและแรงเฉือนสูง หากพิจารณาในแง่ของการประหยัดพลังงานและราคาเหมาะสมควรใช้โฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ที่มีตะแกรง 1 ชั้น รอบการหมุนมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที และไม่มีความดัน เพราะได้อิมัลชันอนุภาคขนาดเล็กเฉลี่ย 1.6999 ไมครอน

คำสำคัญ: เครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์/อิมัลชัน/แรงเฉือน/ความคงตัว

Abstract

This independent study aims to design and develop homogenizer to reduce particle size of emulsion to minimum 1 micrometer with high quality and stability. An in-line homogenizer was selected to be studied because it can be changed to various parameters including number and size

Mae Fah Luang University

of stator screen, motor speed and pressure in feeding tank. Emulsion lotion produced through single stator, motor speed 3,000 rpm and 6 bar in feeding tank has particle size of 1.1597 micrometer with good stability. Higher motor speed makes emulsion unstable because of high compression and shear which creating high temperature leading to unstable emulsion. However, for energy saving and reasonable size of mixer, low viscosity emulsion lotion should be used homogenizer with single stator, motor speed 3,000 rpm with no pressure (particle size 1.6999 micrometer).

Keyword: Homogenizer/Emulsion/Shear/Stability

บทนำ

ปัจจุบันมีเครื่องสำอางจำนวนมากที่ผ่านกระบวนการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพและมาตรฐาน ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความคงตัวและเนื้อสัมผัสเกิดจากอุปกรณ์-เครื่องมือ สูตรตำรับ กระบวนการผสมที่ไม่ถูกต้อง ปัจจุบันนี้การผลิตเครื่องสำอางประเภทอิมัลชันไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง เพราะมีการพัฒนาวัตถุดิบ (Raw material) ให้สามารถใช้เครื่องมือธรรมดาในการผสมและเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย แต่คุณภาพที่ได้ยังไม่ดีและมีข้อจำกัดในการทำสูตรตำรับไม่หลากหลาย การเลือกใช้เครื่องผสมที่มีคุณภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเครื่องสำอางที่มีคุณภาพดี ความคงตัวสูง เนื้อสัมผัสดี และซึมเข้าสู่ผิวง่าย

เครื่องผสมที่มีคุณภาพสูงต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ผู้ผลิตเครื่องสำอางส่วนใหญ่ไม่สามารถซื้อมาใช้ได้ ทำให้มีปัญหาเรื่องคุณภาพและความคงตัว ในการเตรียมอิมัลชันจะใช้เครื่องผสมที่เรียกว่า โฮโมจิไนเซอร์ ในการผสมระหว่างส่วนประกอบที่เป็นวัฏภาคน้ำ (Water phase) และวัฏภาคน้ำมัน (Oil phase) เกิดเป็นอิมัลชัน (พิมพร ลีลาพรพิสิฐ, 2540) โดยทั่วไปเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์มี 2 แบบ คือ แบบที่ติดตั้งในถังและแบบอินไลน์ มีความแตกต่างในเรื่องขนาดอนุภาคของอิมัลชัน แบบที่ติดตั้งในถังได้รับความนิยมมากว่า เพราะใช้งานง่ายและราคาไม่แพง ส่วนเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์จะมีราคาค่อนข้างสูงมาก เนื่องจากทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ แต่มีประสิทธิภาพสูงกว่าและได้สารประกอบอิมัลชันที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบติดตั้งในถังผสม สามารถติดตั้งได้ 2 แบบ คือ แบบแยกส่วนใส่ลงในถังระบบเปิดเมื่อต้องทำการผสม และแบบติดตั้งถาวรภายในถังระบบปิดสุญญากาศ โดยจะดูดสารประกอบทั้งวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน เข้ามาในตัวมันด้วยใบพัด (Rotor) แล้วทำการตีหรือปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง (2,000-3,000 รอบต่อนาที) ผ่านรูหรือช่องแคบของหัวโฮโม (Stator) ทำให้เกิดแรงเฉือน (Shear force) ขึ้นกับทั้งวัฏภาคน้ำและวัฏภาคน้ำมัน เกิดเป็นสารประกอบอิมัลชัน โดย

Mae Fah Luang University

สารประกอบอิมัลชันนี้จะไหลแบบปั่นป่วนอยู่ภายในถังเท่านั้น และจะมีขนาดอนุภาคเล็กลง ขนาดอนุภาคที่ได้เฉลี่ย 2-5 ไมโครเมตร (Silverson, USA) ข้อดีของเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ประเภทนี้คือ ใช้งานง่าย ใช้ได้กับถังหรือภาชนะหลากหลายรูปแบบ ราคาไม่แพง สามารถทำการผลิตได้จำนวนมาก ส่วนข้อเสียคือ ขนาดอนุภาคของอิมัลชัน มีขนาดใหญ่และไม่สม่ำเสมอ หากเลือกใช้กระบวนการผสมไม่ถูกต้อง หรือเลือกใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์ไม่ดี อิมัลชันจะไม่คงตัว

เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ (in-line homogenizer) สามารถดูดเอาตัวยาจากภายในถังผสมเข้ามาในตัวแล้วบดละเอียด โดยการใช้ใบพัดโฮโม (Rotor) ซึ่งอาจมีจำนวน 1-4 ชั้น หมุนด้วยรอบสูงมาก (2,000-6,000 รอบต่อนาที) เพื่อส่งตัวยาให้ผ่านหัวโฮโม (Stator) ซึ่งอาจมีจำนวน 1-4 ชั้น มีลักษณะเป็นทรงกระบอกเจาะรูแต่ละชั้น จากชั้นในสุดสู่ชั้นนอก แล้วทำการตีหรือปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วสูง ผ่านรูหรือช่องแคบ ของผนังที่หุ้มหัวโฮโม (Stator) ทำให้เกิดแรงเฉือน (Shear force) ขึ้นกับอิมัลชัน แล้วไหลเวียนกลับไปในถังผสม ทำให้อิมัลชันมีขนาดอนุภาคเล็กลงหากทำต่อเนื่องหลายรอบ ขนาดอนุภาคที่ได้เฉลี่ย 1-3 ไมโครเมตร (Santos et al, 2016) ข้อดีของโฮโมจิไนเซอร์ประเภทนี้คือ ได้อิมัลชันที่มีขนาดเล็ก มีความสม่ำเสมอ เนื้อผลิตภัณฑ์ละเอียด และสามารถทำการผลิตได้จำนวนมาก ข้อเสียคือ ต้องใช้งานร่วมกับถังผสมที่มีชุดกวนที่ทำให้เกิดการกระจายตัวดีในถัง หากสารประกอบอิมัลชันมีความหนืดสูง ต้องใช้ปั๊มแรงดันสูงช่วยหมุนเวียน และมีราคาสูงกว่าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ชนิดติดตั้งในถังผสม

การศึกษานี้ต้องการออกแบบและพัฒนา การผลิตเครื่องผสมที่สามารถผลิตเครื่องสำอางประเภทอิมัลชันให้ได้คุณภาพดี เหมือนเครื่องผสมที่นำเข้าจากต่างประเทศในราคาที่ถูกกว่า โดยเลือกเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ เพื่อใช้ในห้องทดลอง (Lab scale) เนื่องจากสามารถออกแบบให้ควบคุมทิศทาง ความเร็ว จำนวนรอบ และความดันในการไหล รวมถึงกำหนดขนาดรูให้อิมัลชันไหลผ่านได้หลายขนาด โดยมีเป้าหมายในการลดขนาดอนุภาคให้ได้เล็กที่สุด ประมาณ 1 ไมโครเมตร (ไมครอน) หรือ 1,000 นาโนเมตร ซึ่งผลการวิจัยนี้ จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ในการพัฒนาเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางในประเทศไทย เป็นการลดการนำเข้า ลดต้นทุนการผลิตและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพจึงเลือกใช้โฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ในการทดลอง เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของอิมัลชันที่ได้ในด้านความคงตัว (Stability) ความหนืด (Viscosity) ขนาดของอนุภาคอิมัลชัน (Particle size of Emulsion) เปรียบเทียบผลของรอบการหมุนใบพัดและขนาดของอนุภาคที่ได้และเปรียบเทียบผลจำนวนชั้นของหัวโฮโมและขนาดของอนุภาคที่ได้

Mae Fah Luang University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบและพัฒนาเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ ในระดับใช้ในห้องทดลอง
2. ทดสอบการใช้เครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ในการผลิตอิมัลชัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ ประกอบด้วยมอเตอร์ 2.2 กิโลวัตต์ 3,000 รอบ/นาที ปรับรอบได้ถึง 5,000 รอบ/นาที ถังใส่อิมัลชัน 5 ลิตร ฝาปิดสนิท ทนแรง ดันได้ 6 บาร์ มีเกจ์วัดอุณหภูมิและความดัน ตะแกรงโฮโมจิไนเซอร์ที่ใช้มีจำนวน 3 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว การทดลองจะใช้ตะแกรงโฮโมจิไนเซอร์ 3 ชุด คือ จำนวน 3 ชั้น จำนวน 2 ชั้น และจำนวน 1 ชั้น มีรายละเอียดดังนี้

1. การทดลองโดยใช้ตะแกรงโฮโมชุดที่ 1 มีจำนวน 3 ชั้น

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว รูเจาะ 3 มม ยาว 25 มม จำนวน 18 รู

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว รูเจาะ 2มม ยาว 25 มม จำนวน 24 รู

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 3 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว รูเจาะ 1 มม ยาว 25 มม จำนวน 45 รู

2. การทดลองโดยใช้ตะแกรงโฮโมชุดที่ 2 มีจำนวน 2 ชั้น

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว รูเจาะ 2 มม ยาว 25 มม จำนวน 24 รู

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 2 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว รูเจาะ 1มม ยาว 25 มม จำนวน 36 รู

3. การทดลองโดยใช้ตะแกรงโฮโมชุดที่ 3 มีจำนวน 1 ชั้น

-ตะแกรงโฮโมชั้นที่ 1 มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว รูเจาะ 1 มม ยาว 25 มม จำนวน 24 รู

การทดลองโดยใช้ตะแกรงโฮโมทั้ง 3 ชุด เลือกตัวอย่างอิมัลชันโลชั่น โดยมีระยะเวลาในการผสม 10 นาที เท่ากันและเก็บตัวอย่างอิมัลชันโลชั่นในสภาวะแรงดันในถัง โดยการเติมลม 0 และ 6 บาร์ รอบมอเตอร์ 3,000 และ 5,000 รอบ/นาที ตามลำดับ หลังจากนั้นทดสอบความคงตัวของอิมัลชันโดยใช้เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ตรวจวัดความหนืดของอิมัลชันใช้เครื่องวัดความหนืด (viscometer) ดูการกระจายตัวและขนาดอนุภาคของอิมัลชันใช้กล้องจุลทรรศน์ และวัดขนาดอนุภาคอิมัลชันใช้เครื่อง วัดขนาดอนุภาค

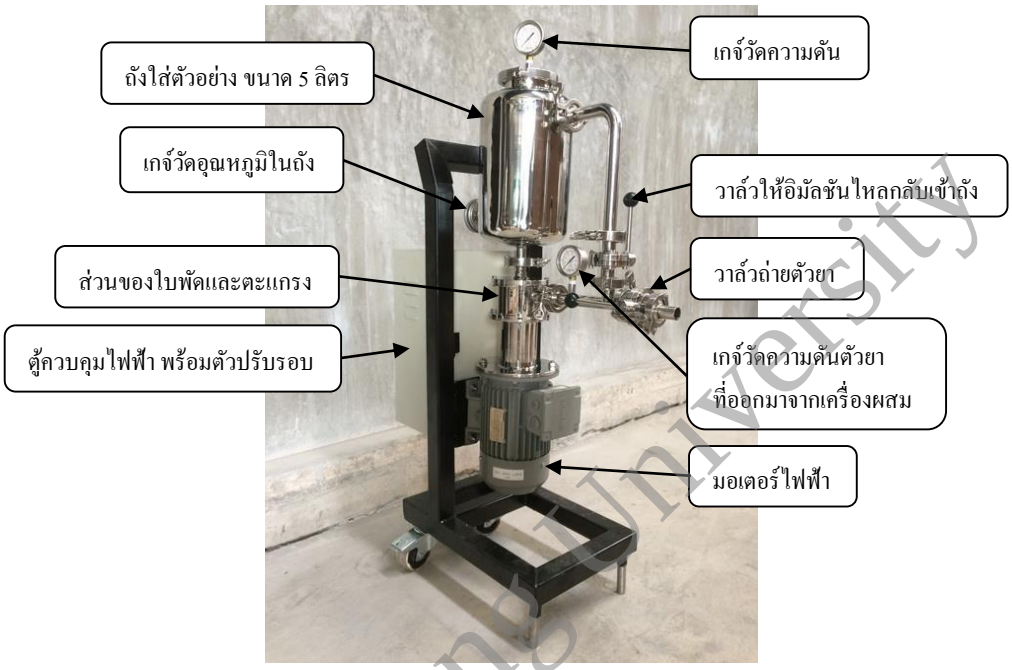
ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย

1. การผลิตเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

การผลิตเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์มีรูปรายละเอียดของชิ้นส่วนตามที่ออกแบบไว้ ได้เครื่องผสมแบบโฮโมอินไลน์มีลักษณะภายนอก (ภาพที่ 1) และแสดงรายละเอียด

Mae Fah Luang University

ภายในส่วนที่เกิดการผสม ที่มีใบพัดโฮโม (Rotor) ติดตั้งอยู่ และมีตะแกรงขนาดต่างๆ (Stator) อยู่บนฝาของเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 ภายนอกของเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

ภาพที่ 2 ใบพัด (ก) และตะแกรง (ข) ของเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

ตะแกรงที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย ชุดที่ 1 ตะแกรงโฮโม 3 ชั้น (ภาพที่ 3 ก) ชุดที่ 2 ตะแกรงโฮโม 2 ชั้น (ภาพที่ 3 ข) และชุดที่ 3 ตะแกรงโฮโม 1 ชั้น (ภาพที่ 3 ค) ส่วนพัดโฮโมที่ใช้สำหรับตะแกรงโฮโมทั้ง 3 ชุด มีลักษณะเป็นใบพัดแบบ 4 ชั้น (ภาพที่ 3 ง)

Mae Fah Luang University

โฮโม 3 ชั้น (ก) โฮโม 2 ชั้น (ข) โฮโม 2 ชั้น (ค) ใบพัด (ง)

ภาพที่ 3 ตะแกรงโฮโม 3 ชั้น (ก) ตะแกรงโฮโม 2 ชั้น (ข) ตะแกรงโฮโม 1 ชั้น (ค) และใบพัด (ง)

2. การทดสอบเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

เริ่มการทดลองโดยการเตรียมอิมัลชันโลชั่น ใช้สูตรตำรับชนิดความหนืดต่ำ (ตารางที่ 1) โดยใช้เครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบติดตั้งในถังระบบเปิดจาก บริษัท เซลคอน จำกัด ประเทศไทย ปริมาตรการผสม 50 กิโลกรัมโดยใช้รอบการผสม 3,000 รอบ/นาทีระยะเวลา 15 นาที โดยไม่มีการให้ความร้อน (Cold process) ได้ครีมสีขาวขุ่น เนื้อที่ได้ละเอียดและไม่แยกชั้น

อิมัลชันโลชั่นที่ได้ จะถูกนำไปใช้ในการทดสอบเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ ปริมาตรการผสม 5 ลิตรโดยการทดสอบในสภาวะที่แตกต่างกัน คือจำนวนชั้นของตะแกรงโฮโม 3 ชั้น 2 ชั้น และ 1 ชั้น ความดัน 0 บาร์ และ 6 บาร์ รอบการหมุนของมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาทีและ 5,000 รอบ/นาที เป็นระยะเวลาตัวอย่างละ 10 นาที

ตารางที่ 1 สูตรตำรับอิมัลชันโลชั่นชนิดความหนืดต่ำ

สาร	%W/W
DI Water	76.8
Phenoxyethanol	0.2
Tween 80	12
Caprilic/Capric Triglyceride	10
Sepigel 305	1

อิมัลชันโลชั่นจะถูกนำไปทดสอบความคงตัวโดยการใช้เครื่องเหวี่ยงความหนืดโดยใช้เครื่องวัดความหนืด ดูอนุภาคและการกระจายตัวของอิมัลชันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ และวัดขนาดอนุภาคโดยใช้เครื่องวัดขนาดอนุภาคต่อไป

Mae Fah Luang University

3.การทดสอบความคงตัวเบื้องต้น

การทดสอบความคงตัวของอิมัลชันโลชั่นโดยใช้เครื่องเหวี่ยง Centrifuge (MICROMAX 'THERMO IEC', USA) รอบ 5,000 รอบ/นาที ระยะเวลา 30 นาที ตัวอย่างก่อนเข้าเครื่องเหวี่ยงมีสีขาวขุ่นทึบแสง หลังออกจากเครื่องเหวี่ยงตัวอย่างส่วนหนึ่งเกิดการแยกเป็นของเหลวโปร่งใสและของเหลวสีขาวขุ่นแสดงว่าไม่คงตัว และอีกส่วนมีสีขาวขุ่นทึบแสงเหมือนเดิม แสดงว่ามีความคงตัว อิมัลชันโลชั่นบางส่วนมีการแยกชั้นเป็นของเหลวโปร่งแสงมากกว่าของเหลวสีขาวขุ่น สำหรับอิมัลชันโลชั่นการเลือกใช้ตะแกรงโฮโมทั้ง 3 แบบ ที่รอบการหมุนของมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที เมื่อไม่มีความดันและความดัน 6 บาร์ มีความคงตัว แต่รอบการหมุนมอเตอร์ 5,000 รอบ/นาที อิมัลชันโลชั่นทั้งหมดเกิดความไม่คงตัว (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความคงตัวของอิมัลชันโลชั่น ก่อนและหลังการใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

รายการ	ความดัน (บาร์)	รอบมอเตอร์ (รอบ/นาที)	
		3,000 รอบ/นาที	5,000 รอบ/นาที
ก่อนใช้โฮโมอินไลน์	0	คงตัว	-
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	คงตัว	แยก
ตะแกรง 3 ชั้น	6	คงตัว	แยก
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	คงตัว	แยก
ตะแกรง 2 ชั้น	6	คงตัว	แยก
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	คงตัว	แยก
ตะแกรง 1 ชั้น	6	คงตัว	แยก

4. การวัดความหนืด

การวัดความหนืดของสารประกอบอิมัลชันโลชั่นใช้เครื่องวัดความหนืดViscometer (BROOKFIELD DV-II + PRO, USA) โดยโลชั่นใช้เข็มเบอร์ 4 และรอบ 100 RPM ความหนืดของอิมัลชันโลชั่นหลังเข้าเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์เพิ่มขึ้นเล็กน้อย 13-40% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้าเครื่องผสม (ตารางที่ 3)

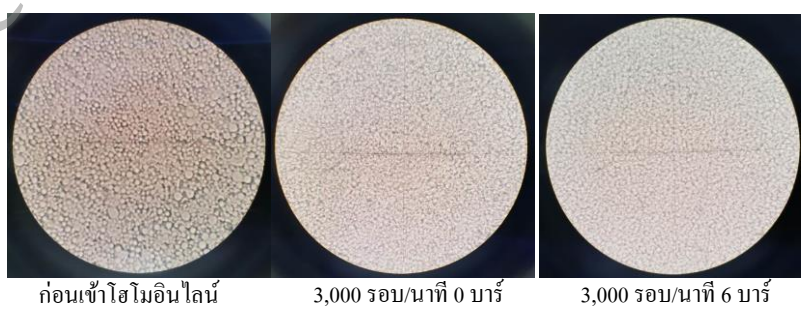
Mae Fah Luang University

ตารางที่ 3 ความหนืดของอิมัลชัน ก่อนและหลังการใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

รายการ	ความดัน (บาร์)	ความหนืด (เซนติพอยท์)	
		3,000 รอบ/นาที	5,000 รอบ/นาที
ก่อนใช้โฮโมอินไลน์	0	1,372	-
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1,454	1,558
ตะแกรง 3 ชั้น	6	1,912	1,594
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1,390	1,598
ตะแกรง 2 ชั้น	6	1,578	1,730
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1,504	1,532
ตะแกรง 1 ชั้น	6	1,574	1,670

5.การศึกษาขนาดของอิมัลชันโดยใช้กล้องจุลทรรศน์

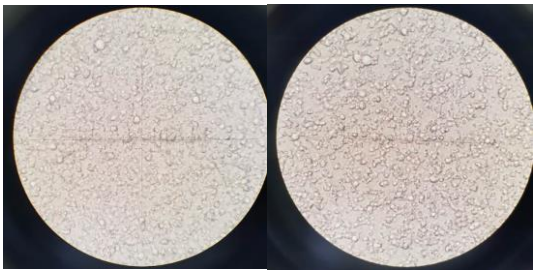
ถ่ายรูปอิมัลชันโลชั่นโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ Microscope (MOTIC BA300, CANADA) กำลังขยาย 100 เท่า (100X) อิมัลชันโลชั่นก่อนเข้าเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ มีขนาดอนุภาคใหญ่และเล็กปนกันหลายขนาดกระจายตัวไปทั่ว (ภาพที่ 4 ก) เมื่อผ่านเข้าเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์ที่มีตะแกรง 3 ชั้น ใช้รอบมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที ความดัน 0 บาร์และ 6 บาร์แล้วมีขนาดเล็กลงมาก (ภาพที่ 4 ข และ 4 ค) เนื่องจากอิมัลชันถูกตีด้วยความเร็วและความดันที่เหมาะสม ทำให้อนุภาคมีขนาดเล็กและกระจายตัวดี แต่เมื่อเพิ่มความเร็วรอบมอเตอร์เป็น 5,000 รอบ/นาที ความดัน 0 และ 6 บาร์ เกิดความไม่คงตัว มีอนุภาคน้ำมันขนาดใหญ่เกิดขึ้นจำนวนมาก (ภาพที่ 5)



ก่อนเข้าโฮโมอินไลน์ 3,000 รอบ/นาที 0 บาร์ 3,000 รอบ/นาที 6 บาร์

ภาพที่ 4 รูปภาพแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันโลชั่นกำลังขยาย 100X ก่อนเข้า (ก) และหลังเข้าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์โดยใช้ตะแกรง 3 ชั้น ความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที และความดัน 0 บาร์(ข) และ 6 บาร์ (ค)

Mae Fah Luang University



5,000 รอบ/นาที 0 บาร์ (ก) 5,000 รอบ/นาที 6 บาร์ (ข)

ภาพที่ 5 ภาพแสดงขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันโลชั่นกำลังขยาย 100X หลังเข้าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ โดยใช้ตะแกรง 3 ชั้น ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที และความดัน 0 บาร์ (ก) และ 6 บาร์ (ข)

6.การวัดขนาดอนุภาคอิมัลชัน

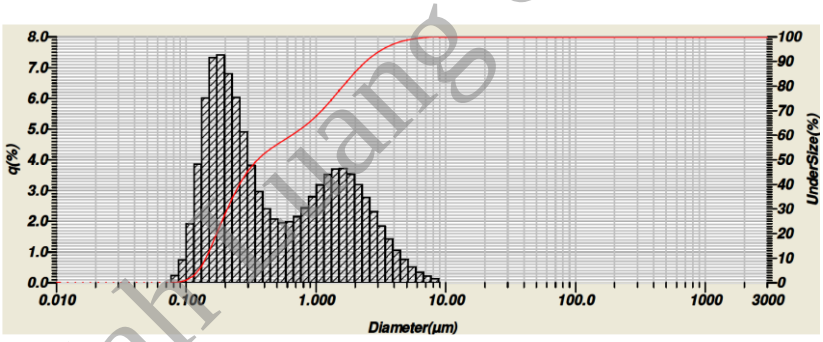
การวัดขนาดอนุภาคของอิมัลชันใช้เครื่อง Laser Scattering Particle Size Distribution Analyzer (HORIBA, JAPAN) โดยนำตัวอย่างอิมัลชันมาละลายน้ำ แล้วใช้แสงเลเซอร์ส่องผ่านตัวอย่าง เมื่อเกิดการกระเจิงแสงจึงตรวจวัดแสงตกกระทบจากอนุภาค โดยมีตัวจับแสงตกกระทบอยู่โดยรอบมีผลการวัดขนาดอนุภาคอิมัลชันโลชั่นที่สภาวะต่างๆ (ตารางที่ 4)

อิมัลชันโลชั่น ก่อนผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์มีขนาดอนุภาคไม่สม่ำเสมอแบ่งขนาดอนุภาคได้เป็น 2 กลุ่ม (ภาพที่ 6) คือ ขนาดเล็กและขนาดใหญ่แต่เมื่อผ่านเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ที่รอบมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที ความดัน 0 บาร์ โดยใช้ตะแกรงโฮโม 3 ชั้น 2 ชั้น และ 1 ชั้น ตะแกรง 3 ชั้น (ภาพที่ 7) ให้อนุภาคอิมัลชันโลชั่นขนาดเล็กที่สุดเฉลี่ย 1.50 ไมครอน ที่รอบมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที ความดัน 6 บาร์ โดยใช้ตะแกรงโฮโม 3 ชั้น 2 ชั้น และ 1 ชั้น อนุภาคอิมัลชันโลชั่นมีขนาดเล็กลงกว่าที่ความดัน 0 บาร์แสดงว่าความดันมีผลทำให้อนุภาคเล็กลง เนื่องจากความดันสูง ความเร็วของอนุภาคที่วิ่งผ่านรูตะแกรงทำให้เกิดแรงเฉือนสูงด้วย แต่เมื่อใช้รอบมอเตอร์สูง 5,000 รอบ/นาที อนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้น 2-3 เท่า (ภาพที่ 8) เทียบกับก่อนเข้าเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ เนื่องจากที่รอบสูง นอกจากทำให้เกิดแรงเฉือนสูงแล้วยังทำให้เกิดแรงเหวี่ยงและเกิดความร้อนสูง อนุภาคโลชั่นจึงเกิดการแยกตัว ส่วนที่เป็นน้ำมันจึงรวมตัวกันเป็นอนุภาคน้ำมันขนาดใหญ่ ผลที่ได้สอดคล้องกับการดูด้วยกล้องจุลทรรศน์

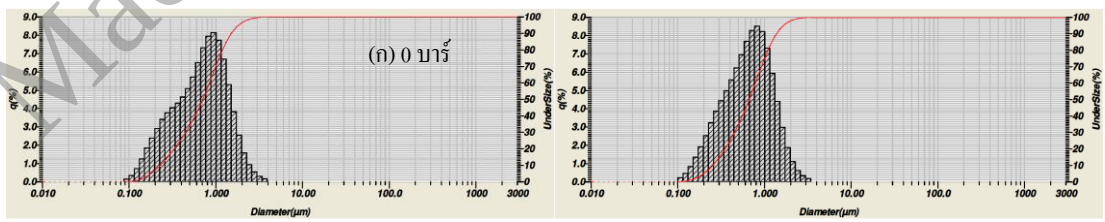
Mae Fah Luang University

ตารางที่ 4 ขนาดอนุภาคอิมัลชันโลชั่น ก่อนและหลังการใช้เครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์

รายการ	ความดัน (บาร์)	อัตราส่วนขนาดอนุภาค (ไมครอน)			
		3,000 rpm		5,000 rpm	
		90%	10%	90%	10%
ก่อนใช้โฮโมอินไลน์	0	2.42	0.14	-	-
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1.50	0.23	6.18	1.88
ตะแกรง 3 ชั้น	6	1.38	0.25	2.60	1.02
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1.71	0.17	7.85	2.26
ตะแกรง 2 ชั้น	6	1.68	0.20	7.87	2.14
หลังใช้โฮโมอินไลน์	0	1.70	0.20	5.14	1.90
ตะแกรง 1 ชั้น	6	1.16	0.18	5.50	1.91

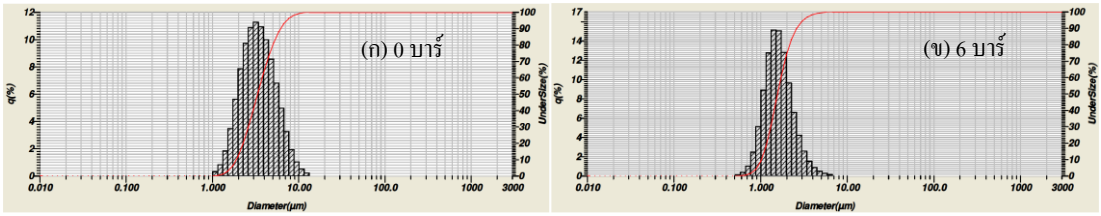


ภาพที่ 6 การกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันโลชั่นก่อนเข้าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันโลชั่น หลังเข้าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ โดยใช้ตะแกรง 3 ชั้น ความเร็วรอบ 3,000 รอบ/นาที ที่ความดัน (ก) 0 บาร์ และ (ข) 6 บาร์

Mae Fah Luang University



ภาพที่ 8 การกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันโลชั่น หลังเข้าเครื่องโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ โดยใช้ตะแกรง 3 ชั้น ความเร็วรอบ 5,000 รอบ/นาที ที่ความดัน (ก) 0 บาร์ และ (ข) 6 บาร์

จากการทำการทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใช้ตะแกรง 3 ชั้นให้ขนาดอนุภาคเล็กที่สุดเมื่อเทียบกับตะแกรง 2 ชั้น และ 1 ชั้น

2. การใช้ความดันสูงขึ้น ทำให้ขนาดอนุภาคอิมัลชันเล็กกว่าการใช้ความดันต่ำ

3.รอบการหมุนของมอเตอร์สูงจะทำให้ขนาดอนุภาคอิมัลชันเล็กกว่าการใช้รอบต่ำ

4.สำหรับอิมัลชันโลชั่นที่มีความหนืดต่ำ การเลือกใช้ตะแกรง 1 ชั้น รอบมอเตอร์ 3,000 รอบ/นาที และความดัน 0 บาร์ เหมาะสมที่สุด เพราะให้ขนาดอนุภาคเล็กเฉลี่ย 1.70 ไมครอน และสามารถออกแบบให้เครื่องผสมมีขนาดเล็กลงเหลือ 35 เปอร์เซ็นต์จากขนาดที่ทำการทดลองและใช้ขนาดมอเตอร์เล็กลงด้วย

5. การใช้โฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์สามารถทำให้เกิดอิมัลชันที่มีอนุภาคขนาดเล็ก ต่ำกว่า 1 ไมโครเมตร (ไมครอน) ได้

6. การใช้โฮโมจิไนเซอร์แบบติดตั้งในถังที่ใช้งานกันทั่วไป หากมีการออกแบบที่ดีและเหมาะสม สามารถทำให้เกิดอิมัลชันที่มีอนุภาคขนาดเล็ก ต่ำกว่า 1 ไมครอน

7. เมื่อเปรียบเทียบเครื่องผสมโฮโมจิไนเซอร์แบบอินไลน์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อการทดลองกับเครื่องที่นิยมใช้งานในประเทศไทย การเลือกใช้แบบตะแกรง 1 ชั้นจึงเหมาะกับการใช้งานมากกว่า เพราะราคาถูกกว่าและขนาดมอเตอร์ไฟฟ้าเล็กกว่า รวมถึงความซับซ้อนในการซ่อมบำรุงภายหลัง

8. ควรมีการควบคุมอุณหภูมิของอิมัลชัน โดยการใช้น้ำหล่อเย็น

9. ควรทดสอบโดยกำหนดระยะเวลาการผสม เพื่อเลือกเวลาที่เหมาะสมสำหรับอิมัลชันแต่ละชนิดหรือแต่ละสูตรตำหรับ

10. ควรติดตั้งใบพัดกวนเพิ่มที่หัวถัง เพื่อช่วยกวนผสมให้เกิดการกระจายตัวของอิมัลชันในถังมีความสม่ำเสมอทั่วถังขณะทำการผสม

Mae Fah Luang University

11. ควรทำการทดลองโดยเลือกใช้ตะแกรงโฮโมที่มีขนาดรูเท่ากันทุกชั้น โดยเปลี่ยนจำนวนชั้นและขนาดรูตะแกรง เพื่อหาจำนวนชั้นและขนาดรูตะแกรงที่ให้ขนาดอนุภาคอิมัลชันเล็กประหยัดพลังงานและงบประมาณมากที่สุด

12. ควรทำการทดลองโดยใช้สูตรตำหรับหลายชนิดที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน ทั้งชนิดความหนืดสูงและความหนืดต่ำ

รายการอ้างอิง

พิมพร ลีลาพรพิสิฐ (2540*). อิมัลชันทางเครื่องสำอาง*.เชียงใหม่ : โอเดียนสโตร์.

Horiba Ltd., Japan. Retrieved May 20, 2018, from https://www.horiba.com/en_en/products/detail/action/show/Product/laser-scattering-. *Particle-size-distribution-analyzer-particala*, 960-991.

Santos, J., Trujillo-Cayado, L. A., Calero, N., Alfaro, M. C., & Munoz, J. (2016). Development of eco‐friendly emulsions produced by microfluidization technique. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 36*, 90-95.

Silverson Machines Ltd., USA. *Silverson Machines*. Retrieved May 20, 2018, from http://www.silverson.com/us/products/homogenizers/

Mae Fah Luang University