Published online: 19 July 2018

การเพิ่มการคงตัวของฟองของสารลดแรงตึงผิวประจุลบ ด้วยพอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุ

FOAM STABILITY ENHANCEMENT OF ANIONIC SURFACTANTS WITH NONIONIC POLYMERS

ประชา โรจน์ปัญญากิจ
อีเมล์: pracha111@gmail.com
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อีเมล์: nattayal@mfu.ac.th
สำนักวิชาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

Mae Fah Luang University

บทคัดย่อ

ศึกษาเปรียบเทียบผลของพอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุได้แก่พอลิเอทิลีนไกลคอล (ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ถึง 6 โดยน้ำหนัก) ไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส และเซตทิลไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.0050 ถึง 0.1953 โดยน้ำหนัก) ต่อความสามารถในการเพิ่มความคงตัวของฟองของโซเดียมลอเรทซัลเฟต พบว่าทุกตำรับให้ฟองและความคงตัวของฟองมากกว่าตำรับควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่า $p \leq 0.017$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ยกเว้นไฮดรอกซีเอทิล-เซลลูโลส และ เซตทิลไฮดรอกซีเอทิเซลลูโลส ร้อยละ 0.1953 ซึ่งมีปริมาตรฟองลดลง เลือก พอลิ-เอทิลีนไกลคอล 400 ความเข้มข้นร้อยละ 8.33 เพื่อใช้ตั้งตำรับที่มีความคงตัวภายใต้สภาวะเร่งแล้ว ทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัครจำนวน 30 คน อาสาสมัครร้อยละ 66.67 พึงพอใจของต่อฟองในตำรับที่มีพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 อาสาสมัคร ร้อยละ 26.67 พึงพอใจต่อตำรับควบคุม และร้อยละ 6.67 แยกความแตกต่างระหว่าง 2 ตำรับไม่ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ชำระล้างที่ พอลิเอทิลีนไกลคอล-400 เข้มข้นร้อยละ 8.33 สามารถให้ฟองที่ดีขึ้นและได้รับความพึงพอใจในอาสาสมัคร

คำสำคัญ: ความคงตัวของฟอง/ สารลดแรงตึงผิวประจุลบ/ โซเดียมลอเรทซัลเฟต/ พอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุ/ พอลิเอทิลีนไกลคอล400

Abstract

This study compared the effects of nonionic polymer, which are polyethylene glycol (2 to 6 % w/w), hydroxyethyl cellulose and cetyl hydroxyethyl cellulose (0.005 to 0.1953 % w/w) on foam stability of sodium lauryl ether sulfate. All formulations significantly yielded ($p \leq 0.017$) greater foam with better foam stability than the control at confidence 95% unless the 0.1953% cetyl hydroxyethyl cellulose system. Polyethylene glycol 400 concentrated 8.33% was chosen to be developed into a stable formula that passed accelerated stability condition and further assessed on preference in 30 volunteers in a comparison with the control base formula. The volunteers 66.67 % greater preferred on foam of the polyethylene glycol 400, while 26.67% satisfied on the control, and 6.67% could not differentiate the tested formulas. Cleansing product containing 8.33% of polyethylene glycol 400 was shown to enhance foam and gain the volunteers satisfactory.

Keywords: Foam stability/Anionic surfactant/Sodium laureth sulfate/Nonionic polymer/Polyethylene glycol 400

Mae Fah Luang University

บทนำ

โดยทั่วไป ผู้บริโภคส่วนนิยมใช้ผลิตภัณฑ์ชำระล้างที่ให้ปริมาณฟองมาก เพราะให้ความรู้สึกว่า สามารถทำความสะอาดและชำระล้างสิ่งสกปรกได้ดีกว่า (Bureiko, Trybala, Kovalchuk, & Starov, 2015) การเติมพอลิเมอร์ในผลิตภัณฑ์ชำระล้างก็เป็นวิธีหนึ่ง ที่สามารถช่วยให้ปริมาณฟองและความคงตัวของฟองขณะใช้เพิ่มมากขึ้น (Petkova, Tcholakova, & Denkov, 2012)

อย่างไรก็ตามพอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุก็ยังมีความหลากหลาย ทั้งน้ำหนักมวลโมเลกุลที่แตกต่างกัน และชนิดโครงสร้างแบบปกติและโครงสร้างที่ปรับปรุง ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมายังไม่พบการเปรียบเทียบว่า น้ำหนักมวลโมเลกุลและโครงสร้างของพอลิเมอร์มีผลต่อความคงตัวของฟอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำหนักโมเลกุลและโครงสร้างของพอลิเมอร์ต่อประสิทธิภาพการเพิ่มความคงตัวของฟอง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลของพอลิเมอร์ชนิดไม่มีประจุ ต่อการเพิ่มความคงตัวของฟองในสารชำระล้างประจุลบ
2. พัฒนาสูตรตำรับชำระล้างที่เติมพอลิเมอร์
3. ทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร

ขอบเขตการวิจัย

1. ทดสอบฟองและความคงตัวของฟองของตำรับสารละลายโซเดียมลอริลอีเทอร์ซัลเฟต ร้อยละ 28 และตำรับที่เติมพอลิเอทิลีนไกลคอล (Polyethylene glycol) ที่มีน้ำหนักมวลโมเลกุลต่างกัน
2. ทดสอบฟองและความคงตัวของฟองของตำรับสารละลายโซเดียมลอริลอีเทอร์ซัลเฟต ที่เติมไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (Hydroxyethyl cellucose) และเซตทิลไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส (Cetyl hydroxyethylcellulose)
3. เลือกพอลิเมอร์ที่เหมาะสมไปพัฒนาสูตรตำรับและทดสอบความคงตัวทางกายภาพ
4. ทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร โดยการล้างมือเทียบกับสารละลายควบคุม และตอบแบบสอบถาม

Mae Fah Luang University

การทบทวนวรรณกรรม

ฟองจัดเป็นอิมัลชันชนิดแก๊ซในของเหลว (gas in liquid) โดยแก๊สจะถูกล้อมรอบด้วยฟิล์มของของเหลว โดยโครงสร้างฟิล์มจะประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวเรียงตัวตามแนวพื้นผิวทั้งด้านนอกและด้านใน ระยะห่างระหว่างผนังฟิลม์เกิดจากแรงผลักของประจุ (Electrostatic force)

การเติมพอลิเมอร์ลงในระบบสารลดแรงตึงผิว ช่วยเพิ่มความหนืดของสารละลายที่อยู่ในผนังฟอง จึงชะลอการระบายน้ำออกจากผนังฟอง และยังช่วยให้ผนังฟองมีความคงตัวมากขึ้นจากเสถียรภาพแบบสเตอริกจากสายพอลิเมอร์

นอกจากนั้นการใช้พอลิเมอร์ปรับปรุงโครงสร้างที่เติมส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำ หรือที่เรียกว่า Hydrophobically Modified Polymer (HMPs) สามารถจับตัวกับไมเซลล์แบบปฏิสัมพันธ์ของสารไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic interaction) ได้ดี และส่วนหางยังจับกันเองเป็นโครงข่าย ซึ่งเพิ่มความหนืดของสารละลาย ช่วยเพิ่มความคงตัวของฟองด้วย (Kronberg et al., 2014)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กำหนดชนิดและปริมาณสารลดแรงตึงผิวและพอลิเมอร์ที่ใช้

2. การเตรียมสารผสมระหว่างสารลดแรงตึงผิวและพอลิเมอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1

3. การวัดปริมาณฟองและความคงตัวของฟอง

วัดปริมาณฟองเริ่มต้นและความคงตัวของฟอง ด้วยวิธีที่ดัดแปลงจาก ASTM standard (ASTM, 2015)

4. คัดเลือกพอลิเมอร์ที่เหมาะสมและตั้งสูตรตำรับ ดังตารางที่ 2

5. ทดสอบความคงตัวของสูตรตำรับ

นำตำรับที่มีพอลิเมอร์ และไม่มีพอลิเมอร์ที่เตรียมได้จากข้อ 4 ไปทดสอบความคงตัว ในสภาวะ Freeze-thaw cycle (“Freeze-thaw stability testing”, n.d.) คือ ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สลับกับวางในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 4 รอบ จากนั้นนำมาทดสอบสี ความหนืด สังเกตตะกอน และวัดค่า pH

6. ทดสอบความพึงพอใจต่อสูตรตำรับในอาสาสมัคร

นำตำรับที่เตรียมได้จากตารางที่ 2 ทดสอบการล้างมือ ในอาสาสมัครจำนวน 30 คน ด้วยขั้นตอนการล้างมือโดย WHO (World Health Organization [WHO], 2009) จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วทำการประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถาม

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 1 สูตรตำรับสำหรับทดสอบฟองและความคงตัวของฟอง

สูตรตำรับ	ส่วนประกอบ หน่วยร้อยละของน้ำหนักรวม						
	SLES 28%	PEG 400	PEG 600	PEG 1450	HEC	Cetyl HEC	Water
Control	12.0000	-	-	-	-	-	88.0000
A1	12.0000	2.0000	-	-	-	-	86.0000
A2	12.0000	3.0000	-	-	-	-	85.0000
A3	12.0000	4.0000	-	-	-	-	84.0000
A4	12.0000	5.0000	-	-	-	-	83.0000
A5	12.0000	6.0000	-	-	-	-	82.0000
B1	12.0000	-	2.0000	-	-	-	86.0000
B2	12.0000	-	3.0000	-	-	-	85.0000
B3	12.0000	-	4.0000	-	-	-	84.0000
B4	12.0000	-	5.0000	-	-	-	83.0000
B5	12.0000	-	6.0000	-	-	-	82.0000
C1	12.0000	-	-	2.0000	-	-	86.0000
C2	12.0000	-	-	3.0000	-	-	85.0000
C3	12.0000	-	-	4.0000	-	-	84.0000
C4	12.0000	-	-	5.0000	-	-	83.0000
C5	12.0000	-	-	6.0000	-	-	82.0000
D1	12.0000	-	-	-	0.0050	-	87.9950
D2	12.0000	-	-	-	0.0125	-	87.9875
D3	12.0000	-	-	-	0.0313	-	87.9687
D4	12.0000	-	-	-	0.0781	-	87.9219
D5	12.0000	-	-	-	0.1953	-	87.8047
E1	12.0000	-	-	-	-	0.0050	87.9950
E2	12.0000	-	-	-	-	0.0125	87.9875
E3	12.0000	-	-	-	-	0.0313	87.9687
E4	12.0000	-	-	-	-	0.0781	87.9219
E5	12.0000	-	-	-	-	0.1953	87.8047

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 2 สูตรตำรับเพื่อใช้ทดสอบความพึงพอใจในอาสาสมัคร

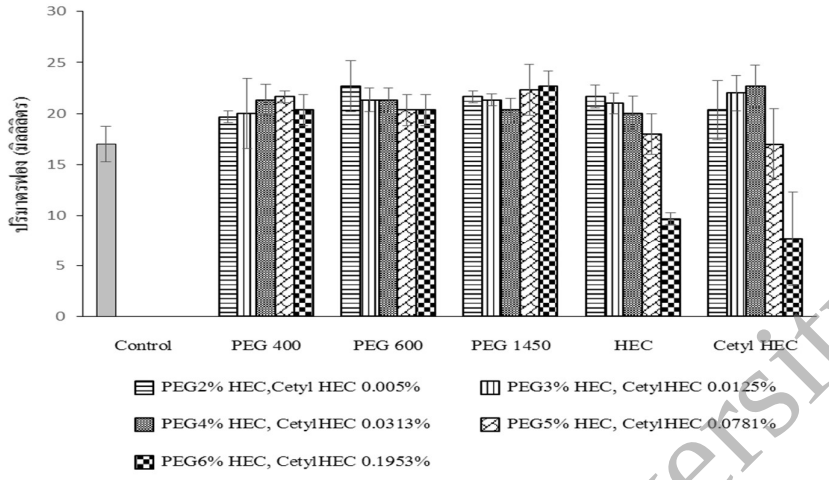
	สูตรตำรับที่ใส่พอลิเมอร์	สูตรตำรับควบคุมไม่ใส่พอลิเมอร์
SLES ร้อยละ 28	100 กรัม	100 กรัม
Cocamidopropyl Betaine	4 กรัม	4 กรัม
Decyl Glucocide	4 กรัม	4 กรัม
Sodium Chloride	4 กรัม	4 กรัม
Phenoxyethanol	1 กรัม	1 กรัม
Fragrance	1 กรัม	1 กรัม
Disodium EDTA	0.4 กรัม	0.4 กรัม
Tocopheryl Acetate	0.02 กรัม	0.02 กรัม
พอลิเอทิลีนไกคอล400	16.66 กรัม	ไม่ใส่
น้ำ	เติมให้ครบ 200 กรัม	เติมให้ครบ 200 กรัม
รวม	200 กรัม	200 กรัม

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปริมาณฟองและความคงตัวของฟอง

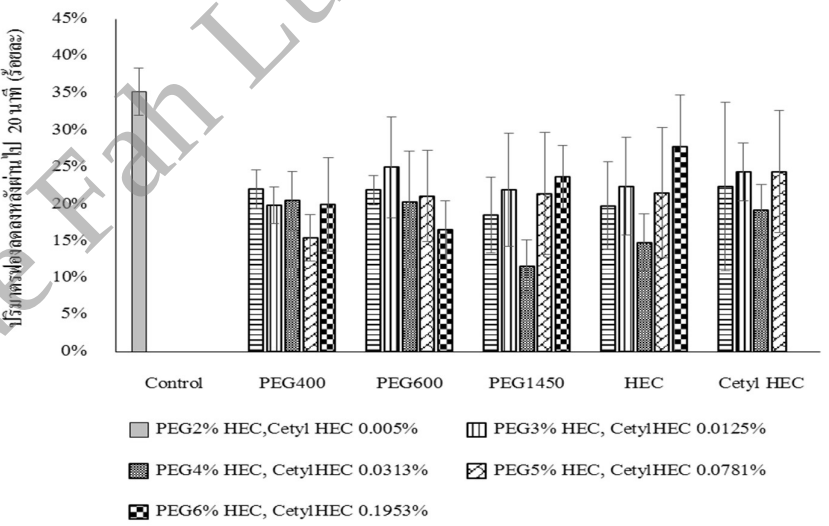
ค่าเฉลี่ยของปริมาตรฟองของสารละลายที่เติมพอลิเมอร์ทุกการทดสอบ แตกต่างและสูงกว่าสารละลายควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ในขณะที่พอลิเมอร์แต่ละชนิดให้ปริมาณฟองไม่ต่างกัน ยกเว้นสารละลายที่ผสมไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส และเซตทิลไฮดรอกซีเอทิลเซลลูโลส ที่ความเข้มข้นสูงสุดคือร้อยละ 0.1953 กลับให้ฟองลดลง และต่ำกว่าสารละลายควบคุมที่ไม่ใส่ พอลิเมอร์ (ภาพที่ 1) ดังนั้นการใช้พอลิเมอร์ต่างชนิดกันไม่ทำให้ปริมาตรฟองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

Mae Fah Luang University



ภาพที่ 1 ปริมาณฟองเริ่มต้นของสารละลายที่มีส่วนผสมของพอลิเมอร์และสารละลายที่ไม่มีส่วนผสมของพอลิเมอร์

สารละลายที่เติมพอลิเมอร์ทุกชนิดในทุกความเข้มข้น ให้ฟองลดลง (ความคงตัว) น้อยกว่าสารละลายควบคุมที่ไม่เติมพอลิเมอร์ แต่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2) ดังนั้นการเติมพอลิเมอร์สามารถเพิ่มความคงตัวของฟองได้



ภาพที่ 2 ร้อยละของปริมาตรฟองที่ลดลงหลังผ่านไป 20นาที

Mae Fah Luang University

2. คัดเลือกพอลิเมอร์สำหรับตั้งสูตรตำรับและการทดสอบความคงตัว

เลือกพอลิเมอร์ที่เป็นของเหลวความหนืดต่ำเนื่องจากง่ายต่อการเติมในสูตรตำรับคือ พอลิเอทิลีนไกลคอล 400 โดยใช้ความเข้มข้นต่ำที่สุดร้อยละ 2 เมื่อทดสอบความคงตัวพบว่าตำรับที่ประกอบด้วยพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 และตำรับที่ไม่เติมพอลิเมอร์มีความคงตัวภายใต้สภาวะเร่ง และนำไปทดสอบความพึงพอใจต่อไป

3. ความพึงพอใจต่อสูตรตำรับในอาสาสมัคร

อาสาสมัคร 20 จาก 30 คน (คิดเป็นร้อยละ 66.67) ให้ความเห็นว่าสูตรตำรับที่มีพอลิเอทิลีนไกลคอล 400 มีปริมาณฟองระหว่างการใช้งานมากกว่า ในขณะที่ อาสามัคร 8 คน (ร้อยละ 26.67) เห็นว่าตำรับควบคุมมีปริมาณฟองมากกว่า และ 2 คน (ร้อยละ 6.67) เห็นว่าตำรับทั้งสองมีปริมาณฟองไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อาสาสมัครมากกว่าร้อยละ 50 รับรู้ได้ว่าสูตรตำรับที่ใส่พอลิเอทิลีนไกลคอล 400 มีปริมาณฟองสูงกว่าสูตรตำรับที่ไม่ใส่พอลิเอทิลีนไกลคอล 400

อภิปรายผลการวิจัย

การเพิ่มขึ้นของฟองเมื่อเติมพอลิเมอร์ อาจเนื่องจากพอลิเมอร์ช่วยให้ผนังฟองมีความหนืดมากขึ้น และ การเติมพอลิเมอร์ความเข้มข้นต่ำ อาจเพียงพอต่อการเพิ่มความคงตัวของฟอง และสามารถทำให้อาสาสมัครรู้สึกถึงปริมาณของฟองที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ชำระล้าง

ข้อเสนอแนะ

การสร้างฟองด้วยวิธีปล่อยสารละลายจากที่สูงลงมากระทบสารละลายด้านล่างมีความคลาดเคลื่อนสูง อาจปรับวิธีโดยใช้สายยางจุ่มลงในสารละลายและต่อปั๊มลมแรงดันคงที่ ปล่อยลมสร้างฟองอากาศในน้ำโดยควบคุมเวลาในการปล่อยลม น่าจะทำให้ความคลาดเคลื่อนลดลง

Mae Fah Luang University

รายการอ้างอิง

ASTM. (2015). *Standard Test Method for Foaming Properties of Surface-Active Agents*. In (Vol. D1173-07(2015)). West Conshohocken, PA: ASTM International.

Bureiko, A., Trybala, A., Kovalchuk, N., & Starov, V. (2015). Current Applications of Foams Formed From Mixed Surfactant–Polymer solutions. *Advances in Colloid and Interface Science, 222*(Supplement C), 670-677.

Kronberg, B., Holmberg, K., & Lindman, B. (2014). *Surface Chemistry of Surfactants and Polymers.* United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.

Petkova, R., Tcholakova, S., & Denkov, N. D. (2012). Foaming and Foam Stability for Mixed Polymer–Surfactant Solutions: Effects of Surfactant Type and Polymer Charge. *Langmuir, 28*(11), 4996-5009..

World Health Organization (WHO). (2009). *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care.* Switzerland: WHO Press.

Mae Fah Luang University