Published online: 17 July 2018

การเพิ่มขนาดไมเซลล์ของโซเดียมลอริลซัลเฟตด้วยการใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมเพื่อลดการระคายเคืองผิว

Micelles' Size Induction of Sodium Lauryl Sulfate using Cosurfactants for Minimizing Skin Irritation

สิริกุล ทองรังสฤษฎ์
อีเมล์: sirigul_t@hotmail.com
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐยา เหล่าฤทธิ์
อีเมล์: nattayal@mfu.ac.th
สำนักวิชาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

Mae Fah Luang University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมให้มีขนาดไมเซลล์ใหญ่ขึ้น เพื่อลดการระคายเคืองของโซเดียมลอริลซัลเฟต (SLS) โดยคัดเลือกสารลดแรงตึงผิว โซเดียมโคโคแอมโฟอะซีเทท, โคคามิโดโพรพิลบีเทน, เดซิลกลูโคไซด์ และโคคาไมด์ดีอีเอ มาใช้ร่วมกับ SLS และให้ความเข้มข้นของ SLS คงที่เท่ากับ 34.7 มิลลิโมลาร์ ส่วนปริมาณสารลดแรงตึงผิวร่วมเท่ากับ 8.7, 23.2 และ 34.7 มิลลิโมลาร์ตามลำดับ 13 ใน 15 ตำรับให้ปริมาตรฟองมากกว่า SLS อย่างมีนัยสำคัญ ตำรับที่ให้ไมเซลล์ใหญ่กว่า SLS (5.07 ± 0.73 นาโนเมตร) อย่างมีนัยสำคัญคือ SLS/AMP2C, SLS/AMP2/NON1 และ SLS/AMP2/NON2 (10.67 ± 0.25, 28.04 ± 1.96 และ 19.16 ± 1.29 ตามลำดับ) ผลการระคายเคืองจากค่า pH ที่เพิ่มขึ้นเมื่อบ่มด้วยโปรตีน พบว่าทั้ง 3 ตำรับให้ค่าน้อยกว่า SLS (1.31 ± 0.02) อย่างมีนัยสำคัญ และค่าการพองตัวของคอลลาเจนของ SLS/AMP2C (9.08 ± 0.04) และ SLS/AMP2/NON1 (9.03 ± 0.24) น้อยกว่า SLS (11.45 ± 0.16) เช่นกัน การทดสอบการระคายเคืองในอาสาสมัครชาย 4 คน หญิง 26 คน โดยการนำตำรับปริมาตร 10 มิลลิลิตรมาทดสอบบนท้องแขน 3 นาที จำนวน 3 รอบ และประเมินดัชนีความแดงพบว่า SLS/AMP2C (41.31 ± 19.87) และ SLS/AMP2/NON1 (47.53 ± 25.04) ให้ค่าความแตกต่างน้อยกว่าตำรับ SLS (65.96 ±

22.58) ซึ่งตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมที่มีขนาดไมเซลล์ใหญ่ขึ้น ลดการระคายเคืองได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ SLS

คำสำคัญ: โซเดียมลอริลซัลเฟต/ระบบสารลดแรงตึงผิวร่วม/ความระคายเคือง/ไมเซลล์

Abstract

The mix surfactant systems which gave the larger micelles' size were developed to reduce Sodium Lauryl Sulfate (SLS) irritation. Sodium Cocoamphoacetate, Cocamidopropyl Betaine, Decyl Glucoside and Cocamide DEA were chosen to combine with SLS. The concentration of SLS were prepared at 34.7 mM while co-surfactants were varied from 8.7, 23.2 and 34.7 mM, respectively. The 13 in 15 systems showed significant higher foam volume than SLS alone. Systems which gave larger micelles' size compared to SLS (5.07 ± 0.73 nm) were SLS/AMP2C, SLS/AMP2/NON1 and SLS/AMP2/NON2 (10.67 ± 0.25, 28.04 ± 1.96 and 19.16 ± 1.29 nm, respectively). The irritation test by measuring the increasing pH after protein incubation showed that these mix surfactant systems increased lower than that of SLS (1.31 ± 0.02). The collagen swelling also lower in SLS/AMP2C (9.08 ± 0.04) and SLS/AMP2/NON1 (9.03 ± 0.24) compared to SLS (11.45 ± 0.16). Irritation test in 4 male, 16 female by taking 10 ml of samples to test on volunteer's forearm repeated 3 times for 3 minutes each and evaluation the erythema index showed that SLS/AMP2C (41.31 ± 19.87) and SLS/AMP2/NON1 (47.53 ± 25.04) gave a smaller difference than SLS (65.96 ± 22.58). These mix surfactant systems with larger micelles' size caused lower irritation than SLS.

Keywords: Sodium Lauryl Sulfate/Mix surfactant systems/Irritation/Micelles

Mae Fah Luang University

บทนำ

ฟองเป็นสิ่งสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่จะเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ชำระล้างมาใช้ โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium Lauryl Sulfate; SLS) เป็นสารลดแรงตึงผิวประจุลบ ที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากก่อฟองได้ดี มีความสามารถในการชำระล้างสูง และมีราคาถูก (de Guertechin, 1999) แต่อย่างไรก็ตามความระคายเคืองที่เกิดต่อผู้บริโภค ก็เป็นข้อจำกัดสำคัญในการใช้

การดูดซับโซเดียมลอริลซัลเฟตของผิวหนัง เกิดจากการทำปฏิกิริยากันระหว่างโซเดียม-ลอริลซัลเฟตกับโปรตีนในชั้นสตราตัมคอร์เนียม (Stratum corneum) และเป็นสาเหตุเริ่มต้นที่ก่อให้เกิดความระคายเคือง (Polefka, 1999; Hubbard et al., 2006) ดังนั้นวิธีลดการระคายเคืองของโซเดียมลอริลซัลเฟต คือลดปริมาณของโซเดียมลอริลซัลเฟตไม่ให้ซึมผ่านลงไปในผิวหนัง (Moore, Shiloach, Puvvada, & Blankschtein, 2003) ซึ่งการเพิ่มขนาดของไมเซลล์ โดยการใช้สารลดแรงตึงผิวหลายๆชนิดร่วมกัน ก็เป็นวิธีหนึ่งที่มีการรายงานว่าสามารถลดการลดการระคายเคืองได้ (Moore, Puvvada, & Blankschtein, 2003; Moore, Shiloach, Puvvada, & Blankschtein, 2003; Walters, Fevola, Librizzi, & Martin, 2008; Walters, Mao, Gunn, & Hornby, 2012) ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงสนใจที่จะศึกษาถึงชนิดของสารลดแรงตึงผิวร่วมที่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของไมเซลล์และลดการระเคืองของโซเดียมลอริลซัลเฟต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อลดการระคายเคืองของโซเดียมลอริลซัลเฟตโดยเพิ่มขนาดของไมเซลล์ เมื่อใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวชนิดอื่นๆ และยังคงความสามารถในการก่อฟองได้ดี

ขอบเขตการวิจัย

คัดเลือกสารลดแรงตึงผิวร่วมมาใช้ร่วมกับโซเดียมลอริลซัลเฟต โดยกำหนดให้ปริมาณของสารลดแรงตึงผิวร่วมเป็นสัดส่วนโมลของโซเดียมลอริลซัลเฟตเท่ากับ 0.8, 0.6 และ 0.5 ตามลำดับ และให้ความเข้มข้นของโซเดียมลอริลซัลเฟตคงที่เท่ากับร้อยละ 1 และทำการทดสอบความสามารถในการก่อฟองและความคงตัวของฟอง วัดขนาดด้วยเครื่องซีต้าไซเซอร์ (Zetasizer) ทดสอบการระคายเคืองใน *in vitro* โดยประเมินการพองตัวของคอลลาเจนและวัดค่า pH ที่เพิ่มขึ้น และทดสอบการระคายเคืองใน *in vivo* โดยวัดค่าดัชนีความแดง (Erythema index) ด้วยเครื่อง Mexameter

การทบทวนวรรณกรรม

สตราตัมคอร์เนียม เป็นส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุดของผิวหนัง ประกอบไปเซลล์คอร์นีโอไซส์ (Corneocytes) ฝังและล้อมรอบอยู่ในลาเมลลาไบแลเยอร์ (Lamellar bilayers) ที่เต็มไปด้วยชั้นไขมัน เรียงตัวคล้ายกำแพงอิฐ ขนานไปกับผิวเซลล์ (Dykes, 1998) การเรียงตัวของชั้นไขมันเหล่านี้จะยับยั้งการเคลื่อนที่ของน้ำและโมเลกุลชีวภาพที่สำคัญออกจากผิวหนัง และขัดขวางโมเลกุลที่ไม่ต้องการจากสิ่งแวดล้อมภายนอกไม่ให้ผ่านเข้ามา (Bouwstra & Ponec, 2006; Elias, 2008; Polefka, 1999)

Mae Fah Luang University

การซึมผ่านของโซเดียมลอริลซัลเฟตเข้าไปในชั้นสตราตัมคอร์เนียม และทำปฏิกิริยากับโปรตีน ก่อให้เกิดการสูญเสียแบริเออร์ฟังก์ชั่นของผิวหนังและเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการระคายเคือง

Moore, Puvvada & Blankschtein (2003) ได้ทดสอบการซึมผ่านของโซเดียมลอริลซัลเฟต และแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของโซเดียมลอริลซัลเฟตที่อิพิเดอร์มิสลดลง เมื่อเติมโพลีเอทิลีน-ออกไซด์เข้าไป และยังพบว่าขนาดไมเซลล์เพิ่มขึ้นจาก 20 เป็น 25 อังสตรอม ซึ่งผู้วิจัยสันนิษฐานว่า การซึมผ่านผิวหนังอาจถูกขัดขวางเมื่อไมเซลล์มีขนาดใหญ่ เช่นเดียวกับ Walters, Mao, Gunn & Hornby (2012) ที่มีการนำ Hydrophobically modified polymers (HMPs) มาใช้ร่วมกับโซเดียม-ลอริลซัลเฟต เพื่อทำให้ขนาดไมเซลล์ใหญ่ขึ้น และลดการซึมผ่านของโซเดียมลอริลซัลเฟต

นอกจากนั้น การใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดอื่นร่วมกับโซเดียมลอริลซัลเฟต ให้เกิดเป็นมิกซ์-ไมเซลล์ (Mix micelles) ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ก็สามารถลดการระคายเคืองได้เช่นกัน (Walters, Fevola, Librizzi, & Martin, 2008) Moore, Shiloach, Puvvada & Blankschtein (2003)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมสารละลายของสารลดแรงตึงผิวร่วม

ตำรับสารละลายของสารลดแรงตึงผิวร่วมที่เตรียมขึ้นทั้งหมด 15 ตำรับเป็นดังตารางที่ 1

2. การวิเคราะห์ปริมาตร และความคงตัวของฟอง

วิธีการวิเคราะห์หาปริมาตรฟอง อ้างอิงจาก ASTM Standard ในหัวข้อ “Standard Test Method for Foaming Properties of Surface Active Agents” (ASTM, 2001)

3. การทดสอบหาขนาดของไมเซลล์ด้วยเครื่องซีต้าไซเซอร์ (Zetasizer)

วัดขนาดของไมเซลล์และการกระจายขนาด (PdI ± SD) ที่มุมกระเจิงแสง 90 องศา ภายใต้อุณหภูมิ 20 ± 0.2 องศาเซลเซียส

4. การเพิ่มขึ้นของ pH (pH rise test)

นำสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของโปรตีนโบวีนซีรั่มอัลบูมินที่ pH 5.6 และสารละลายที่ต้องการทดสอบที่ pH 5.6 มาผสมในปริมาณที่เท่ากัน และบ่มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ค่า pH ที่เพิ่มขึ้น = pH หลังบ่ม – 5.6

Mae Fah Luang University

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณของสารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในตำรับ

ตำรับ	ส่วนประกอบ
SLS	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต (ร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก)
SLS/AMP1 A	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต/ 8.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมโคโคแอมโฟอะซิเทท
SLS/AMP1 B	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต/ 23.2มิลลิโมลาร์โซเดียมโคโคแอมโฟอะซิเทท
SLS/AMP1 C	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต/ 34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมโคโคแอมโฟอะซิเทท
SLS/AMP2 A	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต / 8.7 มิลลิโมลาร์ โคคามิโดโพรพิลบีเทน
SLS/AMP2 B	34.7 มิลลิโมลาร์โซเดียมลอริลซัลเฟต / 23.2 มิลลิโมลาร์ โคคามิโดโพรพิลบีเทน
SLS/AMP2 C	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 34.7 มิลลิโมลาร์ โคคามิโดโพรพิลบีเทน
SLS/NON1 A	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 8.7 มิลลิโมลาร์ เดซิลกลูโคไซด์
SLS/NON1 B	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 23.2 มิลลิโมลาร์ เดซิลกลูโคไซด์
SLS/NON1 C	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 34.7 มิลลิโมลาร์ เดซิลกลูโคไซด์
SLS/NON2 A	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 8.7 มิลลิโมลาร์ โคคาไมด์ดีอีเอ
SLS/NON2 B	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 23.2 มิลลิโมลาร์ โคคาไมด์ดีอีเอ
SLS/AMP2/ NON1	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 34.7 มิลลิโมลาร์ โคคามิโดโพรพิลบีเทน / 8.7 มิลลิโมลาร์ เดซิลกลูโคไซด์
SLS/AMP2/ NON2	34.7 มิลลิโมลาร์ โซเดียมลอริลซัลเฟต / 34.7 มิลลิโมลาร์ โคคามิโดโพรพิลบีเทน / 8.7 มิลลิโมลาร์ โคคาไมด์ดีอีเอ

5. ทดสอบการพองตัวของคอลลาเจน (Collagen swelling test; CSW)

นำแผ่นคอลลาเจน ขนาด 1 ตารางเซนติเมตรมาชั่งน้ำหนัก และบ่มด้วยสารที่ต้องการทดสอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง

CSW = (น้ำหนักหลังบ่ม – น้ำหนักก่อนบ่ม) / น้ำหนักก่อนบ่ม

6. การทดสอบการระคายเคืองในมนุษย์

ทดสอบการระคายเคืองในอาสาสมัครจำนวน 30 คน โดยวัดค่าดัชนีความแดงบนผิวก่อนเริ่มการทดสอบ แล้วจึงนำฟองของสารละลายทดสอบมาป้ายลงบนท้องแขนด้านใน เป็นเวลา 3 นาที เมื่อครบ 3 นาที ให้ทำซ้ำอีก 2 รอบ และวัดค่าดัชนีความแดงบนผิวอีกครั้ง

Mae Fah Luang University

7. การขออนุมัติคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ดำเนินการยื่นขออนุมัติคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง สำหรับการทดสอบความแดง (Erythema) ในอาสาสมัคร ด้วยเครื่อง Mexameter

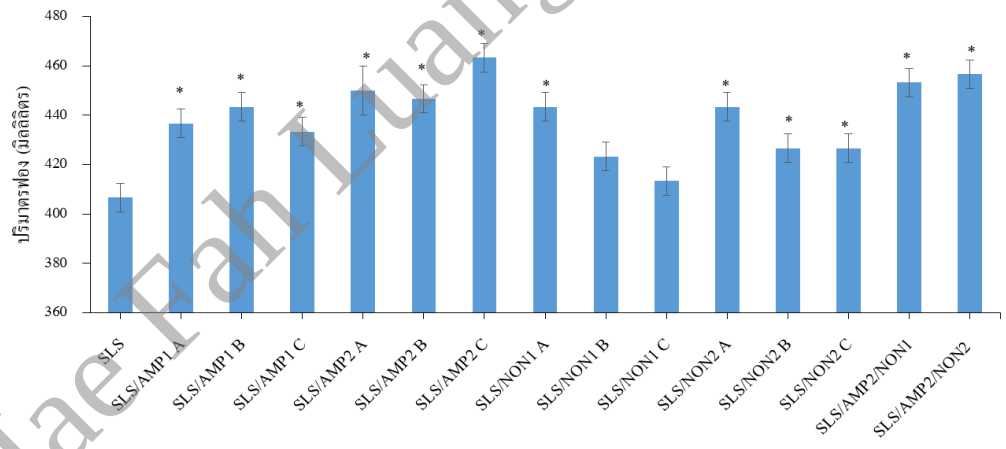
8. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดที่วัดได้จากเครื่องมือทดสอบ จะแสดงให้อยู่ในรูปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 22 โดยใช้ One-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์ปริมาตรและความคงตัวของฟอง

ตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมเกือบทุกตำรับยกเว้น SLS/NON1 B และ SLS/NON1 C ให้ปริมาตรฟองมากกว่า SLS อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\propto$ = 0.05 (ภาพที่ 1) ส่วนความคงตัวของฟองพบว่าทุกตำรับให้ฟองคงตัวกว่า SLS แต่ไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\propto$ = 0.05

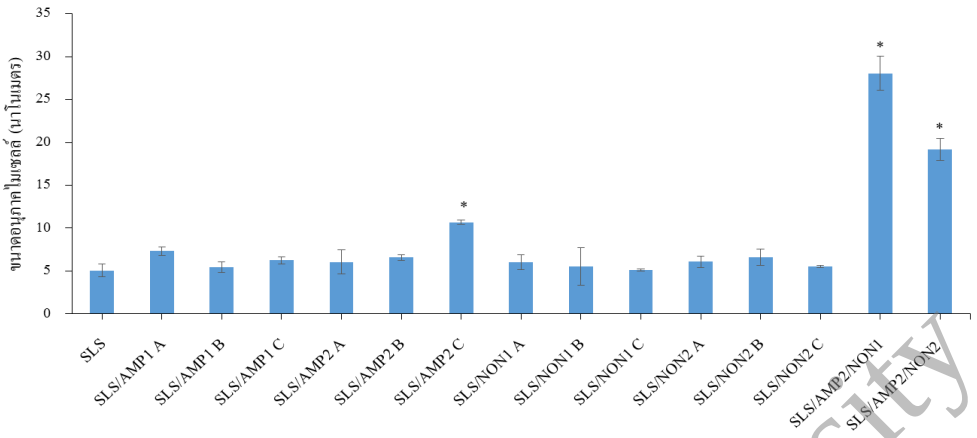


ภาพที่ 1 ความสามารถในการก่อฟองของตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมต่างๆ เปรียบเทียบกับตำรับสารลดแรงตึงผิว SLS (*แตกต่างจากตำรับ SLS ที่ $\propto$ = 0.05)

2. การทดสอบหาขนาดของไมเซลล์

มีเพียง 3 ตำรับเท่านั้นที่มีขนาดไมเซลล์ใหญ่กว่า SLS (5.07 ± 0.73 นาโนเมตร) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $\propto$ = 0.05 (ดังภาพที่ 2) คือตำรับ SLS/AMP2 C, SLS/AMP2/NON1 และ SLS/AMP2/NON2 (10.67 ± 0.25, 28.04 ± 1.96 และ19.16 ± 1.29 ตามลำดับ) ดังนั้นจึงคัดเลือก 3 ตำรับนี้ไปทดสอบการระคายเคืองต่อ

Mae Fah Luang University



ภาพที่ 2 ขนาดอนุภาคไมเซลล์ของตำรับสารลดแรงตึงผิวต่างๆ เปรียบเทียบกับตำรับสารลดแรงตึงผิว SLS (*แตกต่างจากตำรับ SLS ที่ $\propto$ = 0.05)

3. การเพิ่มขึ้นของ pH (pH rise test)

สารที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองมาก จะทำให้ค่า pH เพิ่มสูงขึ้น จากผลการทดลองพบว่าตำรับ SLS มีค่า pH เพิ่มขึ้นมากที่สุด (1.31 ± 0.02) ในขณะที่ตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วม SLS/AMP2 C, SLS/AMP2/NON1 และ SLS/AMP2/NON2 มีค่า pH เพิ่มขึ้นน้อยกว่า SLS อย่างมีนัยสำคัญ (0.84 ± 0.03*, 0.78 ± 0.01* และ 0.83 ± 0.02* ตามลำดับ) จึงสันนิษฐานได้ว่า SLS น่าจะก่อให้เกิดความระคายเคืองโดยไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนที่ผิวหนังได้มากกว่า

4. ทดสอบการพองตัวของคอลลาเจน (Collagen swelling test; CSW)

สารที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองจะทำให้คอลลาเจนพองตัวและดูดน้ำมากขึ้น ผลพบว่าค่า CSW (ตารางที่ 2) ของตำรับSLS/AMP2 C และ SLS/AMP2/NON1 น้อยกว่าตำรับ SLS อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเทียบกับน้ำ DI พบว่าค่า CSW ของตำรับ SLS/AMP2 C ไม่ได้แตกต่างจากน้ำ DI อย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่าตำรับ SLS/AMP2 C น่าจะก่อให้เกิดความระคายเคืองน้อยที่สุด

5. การขออนุมัติคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การทดสอบการระคายเคืองในมนุษย์หมายเลขโครงการ REH-61082 ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์วันที่ 19 มิถุนายน 2561

6. การทดสอบการระคายเคืองในมนุษย์

ความแตกต่างระหว่างค่าดัชนีความแดงหลังและก่อนการทดสอบที่มากขึ้น แสดงว่าตำรับนั้นๆก่อให้เกิดการระคายเคืองมาก จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างเมื่อทดสอบด้วยตำรับน้ำ DI มีค่าน้อยที่สุด รองลงมาคือตำรับ SLS/AMP2 C และ SLS/AMP2/NON1 ส่วนตำรับ

Mae Fah Luang University

SLS ให้ค่าแตกต่างกันมากที่สุดและแตกต่างจากตำรับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่าตำรับ SLS ก่อให้เกิดการระคายเคืองมากที่สุด รองลงมาคือตำรับ SLS/AMP2/NON1 และ SLS/AMP2 C

ตารางที่ 2 ค่า pH ก่อนและหลังบ่มด้วยโปรตีนโบวีนซีรัมอัลบูมินของตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมต่างๆ (*แตกต่างจากตำรับ SLS, **แตกต่างจากน้ำ DI ที่ $\propto = 0.05$)

สูตรตำรับ	CSW	ค่าความแตกต่างดัชนีความแดงก่อนและหลังการทดสอบ
SLS	$11.45 \pm 0.16^{**}$	$65.96 \pm 22.58^{**}$
SLS/AMP2 C	$9.08 \pm 0.04^{*,**}$	$41.31 \pm 19.87^{*,**}$
SLS/AMP2/NON1	$9.03 \pm 0.24^{*}$	$47.53 \pm 25.04^{*,**}$
SLS/AMP2/NON2	$10.44 \pm 0.66^{**}$	ไม่ได้ทดสอบ
น้ำ DI	$7.76 \pm 0.32^{*}$	$28.9 \pm 19.55^{*}$

อภิปรายผลการวิจัย

สารลดแรงตึงผิวร่วมทำให้ปริมาตรฟองเพิ่มมากขึ้น และตำรับ SLS/AMP2 C, SLS/AMP2/NON1 และ SLS/AMP2/NON2 ให้ขนาดไมเซลล์ใหญ่กว่าตำรับ SLS อย่างมีนัยสำคัญ แต่ขนาดไมเซลล์ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้สัมพันธ์กับปริมาณฟอง เนื่องจากปริมาณฟองเป็นผลโดยตรงมาจากโมโนเมอร์อิสระในระบบ โดยโมโนเมอร์จะเคลื่อนที่ไปอยู่บริเวณผิวประจันระหว่างอากาศและน้ำ เพื่อลดแรงตึงผิวระหว่าง 2 อนุภาคเกิดเป็นฟองขึ้นมา

การทดสอบการระคายเคืองโดยวัดการเพิ่มขึ้นของ pH พบว่าตำรับ SLS มีค่า pH เพิ่มขึ้นมากที่สุด ส่วนตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมมีค่า pH เพิ่มขึ้นน้อยกว่า SLS จึงสันนิษฐานได้ว่า SLS น่าจะก่อความระคายเคืองได้มากกว่า ส่วนการวัดค่าการพองตัวของคอลลาเจนนั้น สารลดแรงตึงผิวที่ทำให้คอลลาเจนพองตัวมาก สารนั้นจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนและมีโอกาสก่อให้เกิดความระคายเคือง โดยผลที่ได้จากวิธีนี้แตกต่างจากวิธีทดสอบการเพิ่มขึ้นของ pH เล็กน้อยคือ มีเพียงตำรับ SLS/AMP2 C และ SLS/AMP2/NON1 เท่านั้นที่ให้ผลการระคายเคืองแตกต่างจากตำรับ SLS อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งความแตกต่างของผลที่ได้นี้ได้เคยกล่าวถึงในงานวิจัยของ Morrison & Paye (1995) ว่าทั้ง 2 วิธีนี้ สามารถแยกความแตกต่างระหว่างตำรับที่ก่อให้เกิดความระคายเคืองมากที่สุดและตำรับที่ก่อให้เกิดความระคายเคืองน้อยที่สุดได้และให้ผลเหมือนกัน แต่ตำรับที่ก่อให้เกิดการระคายเคืองไม่แตกต่างกันมากนั้น ผลที่ได้อาจจะไม่สอดคล้องกัน และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบใน *in vitro* และ *in vivo* (*in vitro/in vivo* relationship) พบว่า การทดสอบด้วย

Mae Fah Luang University

วิธีประเมินการพองตัวของคอลลาเจน (r = 0.92) ให้ผลที่สอดคล้องกับการทดสอบใน *in vivo* มากกว่าการวัดการเพิ่มขึ้นของ pH (r = 0.81) ดังนั้นจึงคัดเลือกแค่ตำรับ SLS/AMP2 C และ SLS/AMP2/NON1 ไปทดสอบการระคายเคืองในมนุษย์ต่อ

ผลการทดสอบการระคายเคืองในมนุษย์พบว่าตำรับ SLS/AMP2 C ก่อให้เกิดการระคาย-เคืองน้อยที่สุด รองลงมาคือ SLS/AMP2/NON1 ส่วนตำรับ SLS ก่อให้เกิดการระคายเคืองมากที่สุด

จากผลการทดสอบทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า ขนาดไมเซลล์ที่เพิ่มขึ้นของตำรับ SLS/AMP2C และ SLS/AMP2/NON1 เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับ SLS สามารถลดการระคายเคืองของโซเดียมลอริลซัลเฟตจากตำรับ SLS ได้ และยังมีความสามารถในการก่อฟองได้ดีกว่าตำรับ SLS ในขณะที่ความคงตัวของฟองก็ไม่ได้แตกต่างจากตำรับ SLS อย่างมีนัยสำคัญ

ข้อเสนอแนะ

การทดสอบการซึมผ่านผิวหนัง (Permeation) เพิ่มเติม จะสามารถช่วยยืนยันได้ว่าการระคายเคืองที่ลดลง เป็นผลจากการซึมผ่านผิวของโซเดียมลอริลซัลเฟตในตำรับสารลดแรงตึงผิวร่วมได้น้อยลง

รายการอ้างอิง

Bouwstra, J. A., & Ponec, M. (2006). The skin barrier in healthy and diseased state. *Biochim Biophys Acta, 1758*(12), 2080-2095.

de Guertechin, L. (1999). *Surfactants.* n.p.: CRC Press.

Dykes, P. (1998). Surfactants and the skin. *International Journal of Cosmetic Science, 20*(1), 53-61.

Elias, P. M. (2008). Skin barrier function. *Current allergy and asthma reports, 8*(4), 299-305.

Ghosh, S., & Blankschtein, D. (2007). The role of sodium dodecyl sulfate (SDS) micelles in inducing skin barrier perturbation in the presence of glycerol. *Journal of Cosmetic Science, 58*(2), 109-133.

Moore, P. N., Puvvada, S., & Blankschtein, D. (2003). Challenging the surfactant monomer skin penetration model: penetration of sodium dodecyl sulfate micelles into the epidermis. *Journal of Cosmetic Science, 54*(1), 29-46.

Mae Fah Luang University

Moore, P. N., Shiloach, A., Puvvada, S., & Blankschtein, D. (2003). Penetration of mixed micelles into the epidermis: effect of mixing sodium dodecyl sulfate with dodecyl hexa(ethylene oxide). *Journal of Cosmetic Science, 54*(2), 143-159.

Morrison, J., & Paye, M. (1995). A comparison of three in vitro screening tests with an in vivo clinical test to evaluate the irritation potential of antibacterial liquid soaps. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists, 46*, 291-299.

Polefka, T. (1999). *Surfactant interactions with skin*. n.p.: CRC Press.

Spoo, J., Wigger-Alberti, W., Berndt, U., Fischer, T., & Elsner, P. (2002). Skin cleansers: three test protocols for the assessment of irritancy ranking. *Acta Derm Venereol, 82*(1), 13-17.

The American Society for Testing and Materials (ASTM). (2001). *Annual Book of ASTM Standards:Standard Test Method for Foaming Properties of Surface-Active Agents*. n.p.: N.P.

Walters, R., Fevola, M., J Librizzi, J., & Martin, K. (2008). *Designing cleansers for the unique needs of baby skin*. Retrieved September 29, 2017, from https://www.researchgate.net/publication/257341452_Designing_cleansers_for_the_unique_needs_of_baby_skin.

Walters, R. M., Mao, G., Gunn, E. T., & Hornby, S. (2012). Cleansing formulations that respect skin barrier integrity. *Dermatology Research and Practice, 2012*(3), 1-9.

Mae Fah Luang University