Abstract

Project Code: TRG5680042

Project Title: Precipitation Behavior of Novel Gemini Surfactants in Hard Water

Investigator: Dr.Atthaphon Maneedaeng, School of Chemical Engineering,
Suranaree University of Technology

E-mail Address: atthaphon@sut.ac.th

Project Period: June 3rd, 2013 – June 2nd, 2015

Avoidance of precipitation of surfactants in the detergency industry is especially important for acceptable cleaning results. An important characteristic of anionic surfactants that is deleterious to their use in many detergency applications is their tendency to precipitate from solutions, especially when they are used in hard water, forming soap scum. One of the notable methods for tackling the deleterious effects of hardness counterions in single anionic surfactant applications, commonly used in household cleaning products is to develop a novel anionic surfactant formulation which does not precipitate in the presence of hardness ions. A novel anionic gemini surfactants, $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ where n = 4, 5, 6, and 7 were synthesized in order to develop the synthetic method, characterize its properties and study its solubility as in the calcium form of anionic gemini surfactants. The characterization by ^1H NMR, ^{13}C NMR, liquid chromatography/mass spectrometry (LC-MS), Small Angle X-Ray Scattering, (SAXS) inspected the structural characters of these anionic gemini surfactants. The interfacial properties of these novel anionic gemini surfactants were investigated through the surface tension measurement of surfactant in deionized water, and compared with the conventional single-chain surfactant of similar hydrocarbon chain length, sodium dodecylsulfate (NaDS). The result shows the extreme reduction of the critical micelle concentration (CMC) in gemini surfactants in aqueous solution. The CMC of $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ where n = 4, 5, 6, and 7 in water is approximately 0.041, 0.011, 0.0039, and 0.0031 mM, respectively while NaDS results in a much higher CMC at 7.9 mM at 30°C. The activity-based solubility products of calcium salt of $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ were determined by the precipitation phase boundaries of anionic gemini surfactants and calcium chloride. The higher solubility products of calcium salt of anionic gemini surfactant compared with the conventional single-chain surfactant indicates that these novel anionic gemini surfactant, $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ are insensitive to calcium ions. The studies show that gemini surfactant is a promising candidate in applications with high hardness ions level of water.

Keywords: Gemini Surfactant, Precipitation Phase Boundary, Hardness Tolerance

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5680042

ชื่อโครงการ: พฤติกรรมการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวคู่ชนิดใหม่ในน้ำกระด้าง

ชื่อนักวิจัย: อาจารย์ ดร.อรรถพล มณีแดง สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail Address: atthaphon@sut.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 3 มิถุนายน 2556 – 2 มิถุนายน 2558

การหลีกเลี่ยงการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวในอุตสาหกรรมผงซักฟอกถือเป็นหัวใจสำคัญต่อผลลัพธ์ของการทำความสะอาด สมบัติสำคัญอย่างหนึ่งของสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบที่สามารถยับยั้งประสิทธิภาพของตัวมันเองในการประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการซักล้างคือสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบมีแนวโน้มที่จะตกตะกอนในสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายเมื่ออยู่ในสภาวะน้ำกระด้างซึ่งทำให้เกิดตะกอนไคลสบู่ หนึ่งในวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นกับการใช้งานสารลดแรงตึงผิวแบบประจุลบในน้ำกระด้างก็พัฒนาโครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวที่ไม่อาจตกตะกอนได้ง่ายเมื่อเจอสภาวะน้ำกระด้าง ในงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำการสังเคราะห์สารลดแรงตึงผิวดังกล่าว โดยได้ทำการสังเคราะห์สารลดแรงตึงผิวชนิดคู่แบบประจุลบชนิดใหม่ขึ้นมาทั้งสิ้น 4 โครงสร้าง ที่มีตัวเชื่อมแบบยืดหยุ่นที่ต่างกันที่จำนวนอะตอมคาร์บอน ได้แก่ $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ เมื่อ n = 4, 5, 6, and 7 โดยทำการตรวจสอบและวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, liquid chromatography/mass spectrometry (LC-MS) และ Small Angle X-Ray Scattering, (SAXS) นอกจากนี้ ยังพบว่า เมื่อศึกษาสมบัติระหว่างพื้นผิวระหว่างน้ำและอากาศโดยชีทฤษฎีการดูดซับของกิบส์ที่อุณหภูมิคงที่ พบว่ามีค่าที่ลดลงเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับสารลดแรงตึงผิวแบบประจุลบแบบเดี่ยว ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงค่าความเข้มข้นไมเซลล์วิกฤตที่ลดลงตามจำนวนอะตอมคาร์บอนในตัวเชื่อมแบบยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้น ดังนี้ $C_{12}C_nC_{12}(SO_3)_2$ เมื่อ n = 4, 5, 6, and 7 เท่ากับ 0.041, 0.011, 0.0039, and 0.0031 mM ตามลำดับ และเมื่อทำการสร้างวัฏภาคการตกตะกอนของสารลดแรงตึงผิวชนิดคู่แบบประจุลบชนิดใหม่กับแคลเซียมคลอไรด์พบว่า วัฏภาคมีการเลื่อนที่ไปทางซ้ายซึ่งขึ้นทำให้สรุปได้ว่าค่าความทนทานต่อน้ำกระด้างมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มข้นไมเซลล์วิกฤตที่ลดลง รวมทั้งพบว่าค่าความสามารถในการละลายของตะกอนแคลเซียมของสารลดแรงตึงผิวชนิดคู่แบบประจุลบมีค่าต่ำกว่าในระบบสารลดแรงตึงผิวทั่วไปกว่า 10^5 เท่า แสดงให้เห็นว่าสารลดแรงตึงผิวชนิดคู่แบบประจุลบชนิดใหม่ทั้ง 4 โครงสร้าง มีความสามารถในการทนต่อน้ำกระด้างที่สูงมาก

คำหลัก: สารลดแรงตึงผิวชนิดคู่, วัฏภาคการตกตะกอน, ความทนทานต่อน้ำกระด้าง