MICROEMULSION FORMULATION FOR LOW TEMPERATURE CLEANING USING NOVEL SURFACTANT SYSTEMS

Parichat Phaodee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University, and Institut Français du Pétrole
2015

Thesis Title:	Microemulsion Formulation for Low Temperature Cleaning using Novel Surfactant Systems
By:	Parichat Phaodee
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Dr. Ampira Charoensaeng Prof. David A. Sabatini

Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

.... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:

....
(Dr. Ampira Charoensaeng)

....
(Prof. David A. Sabatini)

....
(Asst. Prof. Boonyarach Kitiyanan)

....
(Dr. Chodchanok Attaphong)

ABSTRACT

5671023063: Petrochemical Technology Program

Parichat Phaodee: Microemulsion Formulation for Low Temperature Cleaning using Novel Surfactant Systems.
Thesis Advisors: Dr. Ampira Chareonsaeng, and Prof. David A. Sabatini 72 pp.

Keywords: Microemulsions/ Novel surfactants/ Palm olein/ Semi-solid fat/ Solubilization

The eco-friendly surfactant detergency in future is motivated by environmental saving. The design of cold water detergency to perform well requires formulation of detergency not only making them effective but also highly solubilizing semi/solid fats in vegetable oil at low temperature. One of the most important mechanisms of cleaning is solubilization capacity of surfactant system. Therefore, this work intended toform vegetable oil based microemulsions for cleaning applications. The surfactant and oil interactions was investigated through the microemulsion phase scan, IFT measurement and solubilization capacity. The anionic [$C_{14-15}H_{29-31}$-$(PO)_8$-SO_4Na] and nonionic $C_{12-14}H_{27-29}$-$(EO)_n$-OH with three differences in EO groups (n=3, 5, and 9) and their mixture were investigated. Palm olein and palm strearin were selected and represented as a liquid and a solid vegetable oil, respectively. The results indicated that middle phase microemulsion with palm olein was difficult to observe for all surfactant systems. The IFT results showed that at 4.6%w/v NaCl of single and mixed surfactant systems provided the lowest IFT value for each surfactant system. The result of solubilization capacity with palm stearin showed the highest solubilization capacity by mixed surfactant system [$C_{14-15}H_{29-31}$-$(PO)_8$-SO_4Na/$C_{12-14}H_{27-29}$-$(EO)_3$-OH, 1:1 by molar ratio] at 4.6%w/v NaCl, representing by the molar solubilization ratio (MSR) value of 0.399 and micelle partition coefficient (K_{mic}) of 6.30.

บทคัดย่อ

ปาริฉัตร เผ่าดี : การศึกษาวัฏภาคของไมโครอิมัลชันสำหรับการทำความสะอาดที่อุณหภูมิต่ำด้วยสารลดแรงตึงผิวชนิดใหม่ (Microemulsion Formulation for Low Temperature Cleaning using Novel Surfactant Systems) อ. ที่ปรึกษา : ดร. อัมพิรา เจริญแสง และ Prof. David A. Sabatini 72 หน้า

การศึกษาผงซักฟอกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคตได้รับความสนใจเนื่องจากต้องการลดการใช้พลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมการออกแบบผงซักฟอกที่มีประสิทธิภาพที่อุณหภูมิต่ำต้องการผงซักฟอกที่ไม่เพียงมีประสิทธิภาพสูงแต่ยังต้องมีความสามารถสูงในการละลายน้ำมันพืชที่สถานะของแข็งที่อุณหภูมิต่ำ หนึ่งในกลไกที่สำคัญในการทำความสะอาดคือความสามารถในการละลายของสารลดแรงตึงผิว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาความสามารถในการเกิดไมโครอิมัลชันของน้ำมันพืชสำหรับการทำความสะอาด แรงกระทำระหว่างสารลดแรงตึงผิวและน้ำมันถูกศึกษาโดยการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคของการเกิดไมโครอิมัลชัน การวัดแรงตึงผิวระหว่างน้ำมันและสารลดแรงตึงผิว และความสามารถในการละลาย สารลดแรงตึงผิวประจุลบ [$C_{14\text{-}15}H_{29\text{-}31}$-$(PO)_8$-$SO_4Na$] สารลดแรงตึงผิวไม่มีประจุ [$C_{12\text{-}14}H_{27\text{-}29}$-$(EO)_3$-OH, $C_{12\text{-}14}H_{27\text{-}29}$-$(EO)_5$-OH และ $C_{12\text{-}14}H_{27\text{-}29}$-$(EO)_9$-OH] และสารลดแรงตึงผิวผสมระหว่างประจุลบและไม่มีประจุถูกศึกษาเช่นกัน ปาล์มโอเลอินและปาล์มสเตียรินถูกใช้เพื่อเป็นตัวแทนของน้ำมันที่มีสถานะของเหลว และของแข็งตามลำดับ ผลจากงานวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคของไมโครอิมัลชันสังเกตได้ยาก พบว่าที่ความเข้มข้นเกลือที่ 4.6% โดยน้ำหนัก ให้ค่าแรงตึงผิวระหว่างสองวัฏภาคที่ต่ำที่สุดทั้งในสารลดแรงตึงผิวระบบเดี่ยว [$C_{14\text{-}15}H_{29\text{-}31}$-$(PO)_8$-$SO_4Na$] และผสม [$C_{14\text{-}15}H_{29\text{-}31}$-$(PO)_8$-$SO_4Na$/$C_{12\text{-}14}H_{27\text{-}29}$-$(EO)_3$-OH] และจากการศึกษาความสามารถในการละลายปาล์มสเตียรินด้วยสารลดแรงตึงผิวระบบผสม [$C_{14\text{-}15}H_{29\text{-}31}$-$(PO)_8$-$SO_4Na$/$C_{12\text{-}14}H_{27\text{-}29}$-$(EO)_3$-OH ที่ 4.6%โดยน้ำหนักเกลือ, 1:1 สัดส่วนโดยโมล] ให้สัดส่วนในการละลายของสารอินทรีย์ในไมเซลต่อสัดส่วนโมล (MSR) ที่มากที่สุด คือ 0.399 เนื่องจากค่า X_{mic} (0.29) และ ค่าคงที่ของการละลายของสารอินทรีย์จากไมเซล (K_{mic}) เท่ากับ 6.30

ACKNOWLEDGEMENTS

This thesis work is funded by the Petroleum and Petrochemical College; and the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand.

This research work was partially supported by the Ratchadapisek Sompoch Endowment Fund (2013), Chulalongkorn University (CU-56-900-FC) and Thailand Research Fund (IRG5780012).

This work has been a memorable memory and valuable experience throughout a year-period of research. This work has been successful by many people involved.

The author would like to thank sincerely all of them for supporting and encouraging me to perform this study.

First of all, to say frankly, I would like to thank Dr. Ampira Charoensaeng who provides a valuable advice and support. This thesis would not be success without her professional guidance.

I would like to be obliged Kao Thailand, Bangjak Biofuel and Thai Ethoxylate for assisting in sorbitan surfactants, plam stearin and alcohol ethoxylated surfactants, respectively.

I would like to thank senior students and my friend who gave me advices and their kindness support among experimental period during my study.

This research was conducted under various instrument trainings by staff of the Petroleum and Petrochemical College, with respect they are a valuable person to me.

Finally, I would not have this international experience throughout the M.S. study period without my family's support.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

Abbreviations

PO	Polypropylene oxide
EO	Polyethylene oxide
SS	Sorbitan stearate
SO	Sorbitan oleate
CMC	Critical micelle concentration
IFT	Interfacial tension
HLB	Hydrophilic-Lipophilic balance
MSR	Molar solubilization ratio
X_a	Mole fraction of organic in micelle-free aqueous phase
X_{mic}	Mole fraction of organic in micelle pseudophase
K_{mic}	Micelle-water partition coefficient

List of Symbols

β	Interaction parameter
A_s	Effective area per molecule
X	Mole fraction of component in mixed surfactant solution
α	Mole fraction of surfactant in total concentration
S*	Optimum salinity
γ	Surfactant tension