

**DEVELOPMENT OF MICROEMULSION OF CASTOR/SUNFLOWER OIL  
AS MAKEUP REMOVER FROM PSEUDO-TERNARY PHASE DIAGRAM**

Nutthira Pakkang

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,  
and Case Western Reserve University

2015


**Thesis Title:** Development of Microemulsion of Castor/Sunflower Oil  
as Makeup Remover from Pseudo-ternary Phase Diagram  
**By:** Nutthira Pakkang  
**Program:** Polymer Science  
**Thesis Advisors:** Asst. Prof. Manit Nithitanakul  
Dr. Ampira Charoensæng


---

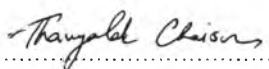
Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn  
University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of  
Science.

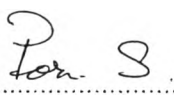
  
..... College Dean  
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

**Thesis Committee:**

  
.....  
(Asst. Prof. Manit Nithitanakul)

  
.....  
(Dr. Ampira Charoensaeng)

  
.....  
(Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan)

  
.....  
(Asst. Prof. Pomsri Sapsrithong)

## ABSTRACT

5672013063: Polymer Science Program

Nutthira Pakkang: Development of Microemulsion of Castor / Sunflower Oil as Makeup Remover from Pseudo-ternary Phase Diagram.

Thesis Advisors: Asst. Prof. Manit Nithitanakul, and Dr. Ampira Charoensaeng 45 pp.

Keywords: Castor oil/ Microemulsion/ Personal care products/ Water in oil (W/O)

Nowadays, consumers are concerned about natural ingredients in personal care products. This study attempts to produce a water-in-mixed oil (castor oil and sunflower oil) microemulsion for a make-up remover product. The objectives are to find the suitable type and amount of surfactants to prepare emulsifying mixed oil. Sorbitan esters (Span<sup>®</sup>) and fatty alcohol ethoxylate (Dehydol<sup>®</sup> LS TH) were investigated for using as surfactants. Besides, the addition of different concentrations of ethanol in the microemulsions was examined so as to create stabilized emulsions. The stability of the water in oil microemulsion was determined by the ratio of the surfactant to co-surfactant mole ratio (S/C) by comparing the regions of the monophasic microemulsion in pseudo-ternary phase diagrams. Droplets size of particles of the emulsion were measured by dynamic light scattering to detect the stability and the water contents in the emulsified micelles. Cleansing efficiency was studied on the surface of porcine skin. The preliminary results indicated that a microemulsion using fatty alcohol ethoxylate have higher area of monophasic microemulsion than sorbitan esters.

## บทคัดย่อ

ณัฐริรา ปักกิ่ง : การพัฒนาไมโครอิมัลชันของน้ำมันละหุ่งและน้ำมันทานตะวัน สำหรับล้างเครื่องสำอางจากการศึกษาแผนภาพวัฏภาคไตรภาคเทียม (Development of Microemulsion of Castor/Sunflower Oil as Makeup Remover from Pseudo-ternary Phase Diagram) อ. ที่ปรึกษา ผศ. ดร. มานิตย์ นิธิชนากุล และ ดร. อัมพิรา เจริญแสง จำนวน 45 หน้า

ในปัจจุบัน ผู้บริโภคให้ความสนใจในเรื่องของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มาจากวัตถุดิบธรรมชาติมากขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาไมโครอิมัลชัน ในรูปแบบน้ำในน้ำมันผสม (น้ำมันละหุ่งและน้ำมันทานตะวัน) สำหรับผลิตภัณฑ์ล้างเครื่องสำอาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของสัดส่วนระหว่างน้ำมันผสมและหาชนิดของสารก่ออิมัลชันที่เหมาะสมในการเตรียมอิมัลชัน การศึกษานี้ได้คัดเลือกสารลดแรงตึงผิวระหว่างซอร์บิแทน เอสเตอร์ (SPAN<sup>®</sup>) และแอลกอฮอล์อิทอกซิเลท (Dehydol<sup>®</sup> TH) และสารช่วยลดแรงตึงผิว โดยผสมน้ำมันกับสารลดแรงตึงผิวและสารช่วยลดแรงตึงผิวที่อัตราส่วนต่างๆ แล้วทำการทดสอบความคงตัวของอิมัลชันจากค่าศักย์ซีต้า ปริมาณน้ำในวัฏภาคภายในจากการหาขนาดอนุภาคของอิมัลชัน และอำนาจการชำระล้างโดยใช้การเก็บข้อมูลของจำนวนครั้งการถูและปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดเปรียบเทียบกับน้ำเปล่าและผลิตภัณฑ์ที่ขายทั่วไป จากการศึกษาพบว่า สูตรที่เหมาะสมแก่การทำผลิตภัณฑ์ล้างเครื่องสำอางคือ แอลกอฮอล์อิทอกซิเลท ที่มีส่วนผสมของกลุ่มเอทิลีนออกไซด์ 7 กลุ่ม เนื่องจากมีบริเวณที่เกิดเป็นไมโครอิมัลชันที่เสถียรที่สุด และมีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดเครื่องสำอางได้สูงกว่าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดตามท้องตลาด

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would never have been able to finish our project without the guidance of my committee members, help from friends, and support from my family. I am using this opportunity to express my gratitude to everyone who supported me.

Foremost, I would like to express my sincere gratitude to my advisor Asst. Prof. Manit Nithitanakul and my co-adviser Dr. Ampira Charoensaeng for the generous support and constant encouragement.

Besides my advisor, I would like to thank the rest of my thesis committee: Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan and Asst. Prof. Pornsri Pakeyangkoon for their encouragement, insightful comments, and hard questions.

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

It is my pleasure to acknowledge all members of the MN group for their help and constructive suggestions and for being very good friends.

Finally, I express my warm thanks to my parents who have been always besides me. I will always be genuinely grateful to them for working hard to provide a good education for me.

## TABLE OF CONTENTS

	<b>PAGE</b>
Title Page	i
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgements	v
Table of Contents	vi
List of Tables	viii
List of Figures	ix
<b>CHAPTER</b>	
<b>I INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>II LITERATURE REVIEW</b>	<b>3</b>
2.1 Theoretical Background	
2.1.1 Castor Oil	3
2.1.2 Sunflower Oil	4
2.1.3 Cleansing Skin with Oil	5
2.1.4 Self-emulsifying Oil	5
2.1.5 Surfactant	7
2.2 Literature Review	12
2.2.1 Study of Pseudo-ternary Phase Diagram Behaviour	12
2.2.2 Study of Microemulsion Characterization	18
<b>III EXPERIMENTAL</b>	<b>21</b>
3.1 Materials	21
3.2 Methodology	21
3.2.1 Screening of Components	21
3.2.2 Preparation of Microemulsion	21

<b>CHAPTER</b>	<b>PAGE</b>
3.2.3 Construction of Pseudo-ternary Phase Diagram	22
3.2.4 Characterization of Microemulsion of Castor Oil	22
3.2.5 Study of Cleansing Efficiency	22
<b>IV RESULTS AND DISCUSSION</b>	<b>24</b>
4.1 Phase Behavior Study	24
4.1.1 Effect of Surfactants Types	24
4.1.2 Effect of Co-surfactants Types	27
4.1.3 Effect of Surfactant/Co-surfactants Ratios (S:Co Ratios)	29
4.1.4 Effect of Castor Oil/Sunflower Oil Ratios (C:S Ratios)	31
4.2 Study of Oil Make Up Remover Characterization	34
4.2.1 Study of Viscosity	34
4.2.2 Study of Water Content	35
4.2.3 Study of Stability	36
4.2.4 Study of Cleansing Efficiency	38
<b>V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS</b>	<b>40</b>
5.1 Conclusions	40
5.2 Recommendations	40
<b>REFERENCES</b>	<b>41</b>
<b>CURRICULUM VITAE</b>	<b>45</b>

**LIST OF TABLES**

<b>TABLE</b>		<b>PAGE</b>
2.1	Production volume of castor oil by major producer	4
2.2	Specific properties of polyoxyethylene lauryl ether	10
2.3	The properties of surfactant depend on HLB value	12
4.1	Characteristics of oil make up remover	34
4.2	Droplet size distribution of microemulsion	37



## LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Structure of tricinoleate.	3
2.2 Structure of the fatty acids linoleic acid and oleic acid.	4
2.3 Propagation of drop coalescence in a two-dimensional emulsion.	7
2.4 Structure of surfactant.	7
2.5 Surfactant classification according to the composition of their head.	8
2.6 Structure of sorbitan monooleate (span <sup>®</sup> 80).	9
2.7 Structure of polyoxyethylene lauryl ether (dehydol <sup>®</sup> ).	10
2.8 Aggregation of surfactant.	11
4.1 Pseudo-ternary phase diagrams of microemulsion.	26
4.2 Study of water content of various ratio of castor oil and sunflower oil.	26
4.3 Picture of the oil-span80/ethanol (propylene glycol or glycerol) mixture–water system with/without co-surfactant.	28
4.4 Mechanism of the soluble moiety in the w/o reverse micelles system.	28
4.5 Location for the solubilization of additives in the reverse micelles.	29
4.6 Arrangement of castor oil and co-surfactant (ethanol) in reverse micellar.	29
4.7 Pseudo-ternary phase diagrams of the vegetable oils-water with surfactant/co-surfactant mixture–water system.	30
4.8 Destruction of reverse micelles by the excess co-surfactant at 1:8 and 1:16 molar ratio.	31
4.9 Water content in castor oil and sunflower oil in volume ratio at 1:9.	31

<b>FIGURE</b>	<b>PAGE</b>
4.10 Illustration of a representative pseudo-ternary phase diagram with water/surfactant/oil.	33
4.11 Water content in various ratio of castor oil and sunflower oil.	33
4.12 Decreasing of micelle boundary stability from excessive amounts of castor oil.	34
4.13 Contact surface area of small droplets and big droplets.	35
4.14 $\zeta$ -potential values of 1:9, 2:8 and 3:7 castor oil and sunflower oil ratio (C:S ratio) with different ethylene oxide (EO) groups.	37
4.15 Number of rubbing for cleansing red lipstick in each samples.	38
4.16 Volume of water used for cleansing cosmetic in each samples.	39