การไฮโดรจิเนตน้ำมันละหุ่ง

นางสาวบุญศรี วังบณิรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2528

ISBN 974-564-440-4

009091

I1A27332

Hydrogenation of Castor Oil

Miss Boonsri Vangmaneerat

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Chemical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1985

ISBN 974-564-440-4

Thesis Title	Hydrogenation of Castor Oil
By	Miss Boonsri Vangmaneerat
Department	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Mr. Charunya Phichitkul, Ph.D.
Thesis Coadvisor	Assistant Professor Piyasan Prasertdham, Dr. Ing.

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

S. Bunnag ..... Dean of Graduate School

(Associate Professor Supradit Bunnag, Ph.D.)

Thesis Committee

Suwattana Phuangphuaksook ..... Chairman

(Assistant Professor Suwattana Phuangphuaksook, M.S.)

Sophon Roengsumran ..... Member

(Associate Professor Sophon Roengsumran, Ph.D.)

C. Phichitkul ..... Member

(Mr. Charunya Phichitkul, Ph.D.)

Piyasan Prasertdham ..... Member

(Assistant Professor Piyasan Prasertdham, Dr.Ing.)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การไฮโดรจิเนตน้ำมันละหุ่ง
ชื่อนิสิต	นางสาวบุญศรี วังบณีรัตน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. จรัญญา พิชิตกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะสาร ประเสริฐธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2527

บทคัดย่อ

การไฮโดรจิเนตของน้ำมันละหุ่งภายใต้สภาวะต่างๆกันนั้น ได้ทำการศึกษาโดยใช้ตัวเร่งปฏิกริยานิเกิล G53D ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกริยาที่พบว่ามีประสิทธิภาพดีที่สุด และพบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 140°ซ ความดันไฮโดรเจน 175 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกริยา 0.2%นิเกิลต่อน้ำหนักน้ำมันละหุ่ง ความเร็วของการกวน 800รอบต่อนาที และระยะเวลาของปฏิกริยา 2 ชั่วโมง สำหรับตัวเร่งปฏิกริยานิเกิลที่ดีที่สุดที่เตรียมขึ้นเองนั้น ได้แก่ ตัวเร่งปฏิกริยาอิมเพรกเนเตดที่มีนิเกิล 9.3% บนอลูมินาขนาด 325-400 เมช ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับตัวเร่งปฏิกริยานิเกิล G53D ภายใต้สภาวะที่ใช้ในอุตสาหกรรมคือ อุณหภูมิ 140°ซ ความดันไฮโดรเจน 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกริยา 0.2%นิเกิลต่อน้ำหนักน้ำมันละหุ่ง ความเร็วของการกวน 800 รอบต่อนาที และระยะเวลาของปฏิกริยา 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสภาวะดังกล่าวมีคุณสมบัติดังนี้ ค่าไอโอดีน 4.68 ค่าไฮดรอกซิล 139.11 ค่าความเป็นกรด 0.99 และจุดหลอมเหลว 84°ซ

Thesis Title	Hydrogenation of Castor Oil
Name	Miss Boonsri Vangmaneerat
Thesis Advisor	Mr. Charunya Phichitkul, Ph.D.
Thesis Coadvisor	Assistant Professor Piyasan Prasertdham, Dr.Ing.
Department	Chemical Engineering
Academic Year	1984

ABSTRACT

The hydrogenation of castor oil was studied under varying reaction condition using nickel catalyst G53D, the best commercial catalyst found. The optimum condition was found to be; temperature 140°C, H_2 pressure 175 psig, concentration of catalyst 0.2% Ni/oil, agitation 800 rpm, and hydrogenation period 2 hours. Several alumina-supported nickel catalysts were prepared in-house. The best in-house catalyst was a 325-400 mesh size catalyst with 9.3% nickel loading. Its activity was nearly the same as the G53D catalyst under the following industrial condition; temperature 140°C, H_2 pressure 150 psig, concentration of catalyst 0.2% Ni/oil, agitation 800 rpm, and hydrogenation period 2 hours. The resulting castor wax had an iodine value of 4.68, a hydroxyl value of 139.11, an acid value of 0.99, and melting point at 84°C.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to express gratitude to Dr. Charunya Phichitkul, her advisor and Assistant Professor Dr. Piyasan Prasertdham, her coadvisor for their valuable help and supervision during this study. She was also grateful to Thai Castor Oil Industrial Co., Ltd., who supplied the castor oil; Assistant professor Dr. Sasithorn Boon-Long, who facilitated the use of atomic absorption spectrophotometer; Mr. Theera Visavajuntrarom from Riotex Polymer Co., Ltd.; Mr. Somchai Sayamipakdi from SiamSnack Co., Ltd.; Miss Soraya Tungchitviriyanont and Miss Kularb Thaimana from Department of Customs; Miss Patcharin Matineewong from Department of Chemistry, who assisted in analyzing the properties of castor wax; Mrs. Kamonwan Sankhawasi and Miss Sunee Charoensupapol from Institute of Analytical Chemistry Training, Department of Science Service, Ministry of Science Technology and Energy, who facilitated the use of saponification apparatus; Miss Onsiree Taechapatikul from Division of Scientific and Technological Information, Department of Science Service, Ministry of Science Technology and Energy for her valuable suggestion and other people at Catalysis Research Laboratory, Department of Chemical Engineering, who encouraged and assisted in all cases.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CONTENTS

		PAGE
ABSTRACT (IN THAI)		I
ABSTRACT (IN ENGLISH)		II
ACKNOWLEDGEMENTS		III
LIST OF TABLES		IV
LIST OF FIGURES		V
CHAPTER		
I	INTRODUCTION	1
II	CHEMISTRY OF CASTOR OIL	4
III	THEORY	10
	3.1 Introduction	10
	3.2 Theory of Catalysis	11
	3.3 Types of Catalysts and Method of Preparation	22
	3.4 Catalyst Poisons	33
	3.5 Theory of the Hydrogenation of Castor Oil	36
IV	REVIEW OF LITERATURE	46
V	EXPERIMENT	51
	5.1 Chemicals and Reagents	51
	5.2 Instruments and Apparatus	51
	5.3 Procedure	60
VI	RESULT AND DISCUSSION	74
	6.1 Properties of the In-house Catalysts	74
	6.2 Screening and Resulting the Best of Commercial Catalysts	74

6.3 Selecting an Optimum Operating Conditions 76

6.4 Comparing the In-house Catalysts to the Best Commercial Catalyst 88

6.5 The Effect of Particle Size and Nickel Loading of the Impregnated Nickel Catalysts 88

VII CONCLUSION AND RECOMMENDATION 93

REFFERENCES 95

APPENDIX

A ATOMIC ABSORPTION SPECTROSCOPY 99

B ACID VALUE 119

C IODINE VALUE 124

D ACETYL AND HYDROXYL VALUES 133

E SAPONIFICATION VALUE 137

VITA 140

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Fatty acids composition of castor oil	5
2.2	Characteristics of castor oil	7
5.1	Characteristics of the NKH-3 Sumitomo alumina support	62
5.2	Characteristics of the commercial catalysts	67
5.3	Study of the operating condition	68
6.1	Properties of the in-house catalysts	74
6.2	The comparative results of hydrogenation of castor oil with different catalysts	75
6.3	Effect of reaction temperature on hydrogenation of castor oil	77
6.4	Effect of H_2 pressure on hydrogenation of castor oil ..	79
6.5	Effect of reaction period on hydrogenation of castor oil	82
6.6	Effect of concentration of catalyst on hydrogenation of castor oil	84
6.7	Effect of agitation on hydrogenation of castor oil ..	86
6.8	Comparing the in-house catalysts to the best commercial catalyst	89
6.9	Effect of particle size and nickel loading of the impregnated nickel catalysts on hydrogenation of castor oil	90
6.10	Properties of commercial castor waxes and some resulting castor wax	91

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Structure of ricinoleic acid	6
2.2	Chemical reaction of castor oil	9
3.1	Graphical representation of the activation energy factor	13
3.2	Schematic representation of a catalyst surface ..	18
3.3	Schematic representation of effect of reduction on nickel catalyst	19
3.4	Interatomic distance and valence angle for C=C adsorbed on nickel surface	21
5.1	Atomic absorption spectrophotometer IL 551 ...	53
5.2	Calcinator for calcining and reducing a catalyst.	54
5.3	Melting point determinator Büchi 510	55
5.4	High pressure stirred reactor Parr 4521	56
5.5	Adjustable speed motor controller Parr 64EEN ...	57
5.6	Automatic temperature controller Parr 4821	58
5.7	Flow diagram of the hydrogenation system ...	59
6.1	Effect of reaction temperature	78
6.2	Effect of H_2 pressure	80
6.3	Effect of reaction period	83
6.4	Effect of concentration of catalyst in oil ...	85
6.5	Effect of agitation	87