CATALYTIC CONVERSION OF JATROPHA OIL TO BIO-JET FUEL OVER Pt, Ru, AND Ir SUPPORTED CATALYSTS

Teerarut Montai

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment 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
2011

Thesis Title:	Catalytic Conversion of Jatropha Oil to Bio-jet Fuel over Pt, Ru, and Ir Supported Catalysts
By:	Teerarut Montai
Program:	Petrochemical Technology
Thesis Advisors:	Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut
	Prof. Daniel E. Resasco
	Prof. Somchai Osuwan

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. Siriporn Jongpatiwut) (Prof. Somchai Osuwan)

....

(Prof. Daniel E. Resasco) (Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong)

.....

(Dr. Suchada Butnark)

ABSTRACT

5271028063: Petrochemical Technology Program
Teerarut Montai: Catalytic Conversion of Jatropha Oil to Bio-jet Fuel over Pt, Ru, and Ir Supported Catalysts
Thesis Advisors: Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut, Prof. Danial E. Ressasco, and Prof. Somchai Osuwan 66 pp.
Keywords: Deoxygenation/ Bio-jet Fuel/ Hydrocracking/ Hydroisomerization/ Pt/Al_2O_3/ Pt/H-Y/ Y Zeolite/ Jatropha Oil

Bio-jet fuel (jet fuel derived from biomass) is an interesting alternative for future aviation fuels. In this work, the production of bio-jet fuel from jatropha oil was studied using bifunctional catalysts including, Pt/Al_2O_3, $Pt/F\text{-}Al_2O_3$, Pt/H-Y, Ir/H-Y, Ru/H-Y, and H-Y. The catalysts were prepared by incipient wetness impregnation and characterized by TPR, TPD, TPO, TGA, and BET. The prepared catalysts were tested in a continuous flow packed-bed reactor at 325-400°C, 500-600 psig, liquid hourly space velocity (LHSV) of 0.5-1.0 h^{-1}, and H_2/feed molar ratio of 38. The major products obtained over Pt/Al_2O_3, $Pt/F\text{-}Al_2O_3$, Ir/H-Y, Ru/H-Y, and H-Y were n-heptadecane (n-C17) and n-pentadecane (n-C15) which are in the diesel specification range. The promotion of fluorine resulted in higher selectivity to isomerized products but it did not improve the cracking activity, required to produce bio-jet fuel. Pt/H-Y catalyst gave a major fraction of light hydrocarbons which could result from its stronger acidity. Moreover, fatty acids and fatty alcohols were observed as intermediates of the reaction. Based on this result, bio-jet fuel has the possibility to be produced over Pt/H-Y catalyst. The optimum reaction condition over the Pt/H-Y catalyst was found at 375 °C, 550 psig, and 0.5 h^{-1}.

บทคัดย่อ

ธีรารัตน์ มอญใต้ : การผลิตน้ำมันไบโอเจ็ทจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt, Ru และ Ir บนตัวรองรับ (Catalytic Conversion of Jatropha Oil to Bio-jet Fuel over Pt, Ru, and Ir Supported Catalysts) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ศิริพร จงผาติวุฒิ ศ. ดร.แดเนียล รีชัสโก้ และ ศ. ดร. สมชาย โอสุวรรณ 66 หน้า

ปัจจุบันน้ำมันไบโอเจ็ทที่ผลิตจากชีวมวลมีความน่าสนใจในการผลิตเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเครื่องบินสำหรับอนาคต งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตน้ำมันไบโอเจ็ทจากน้ำมันเมล็ดสบู่ดำโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดที่มีโลหะและกรด ได้แก่ Pt/Al_2O_3, $Pt/F\text{-}Al_2O_3$ Pt/H-Y, Ir/H-Y, Ru/H-Y, และ H-Y ตัวเร่งปฏิกิริยาดังกล่าวเตรียมโดยใช้วิธีการฝังแบบชื้น และทำการวิเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิค TPR, TPD, TPO, TGA, และ BET ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมขึ้นจะถูกนำมาทดสอบความว่องไวในการเร่งปฏิกิริยาโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์แบบเบดนิ่งชนิดไหลต่อเนื่อง ที่สภาวะ อุณหภูมิ 325-400 องศาเซลเซียส, ความดัน 500-600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว, สัดส่วนสารป้อนต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา (LHSV) 0.5-1.0 ต่อชั่วโมง, และ อัตราส่วนโดยโมลระหว่างไฮโดรเจนกับสารที่ป้อนเท่ากับ 40 ผลิตภัณฑ์หลักที่พบโดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt/Al_2O_3, $Pt/F\text{-}Al_2O_3$, Ir/H-Y, Ru/H-Y, และ H-Y คือ เฮปตะเดกเคน (n-C17) และ เพนตะเดกเคน (n-C15) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในช่วงของน้ำมันดีเซล ในส่วนของการเพิ่มเติมฟลูออรีนลงในตัวรองรับอะลูมินาพบว่าให้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไฮโดรคาร์บอนที่มีกิ่งมากขึ้นแต่ไม่มีผลในการปรับปรุงความสามารถในการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรแคร็กกิ้ง ตัวเร่งปฏิกิริยา Pt/H-Y ให้ผลิตภัณฑ์ในช่วงของไฮโดรคาร์บอนเบา เนื่องจากความเป็นกรดของตัวเร่งปฏิกิริยาเอง นอกจากนี้ยังพบกรดไขมันอิสระ แอลกอฮอล์ และอนุพันธ์เกิดเป็นสารมัธยันต์ของปฏิกริยาอีกด้วย และจากผลการทดลองดังที่กล่าวมาแล้วพบว่าตัวเร่งปฏิกิริยา Pt/H-Y เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาพัฒนาในการผลิตน้ำมันไบโอเจ็ทซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคือที่อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียส ความดัน 550 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และ สัดส่วนสารป้อนต่อปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยา 0.5 ต่อชั่วโมง

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to thank many people and organization who have contributed to my thesis work.

First of all, I would like to take this chance to sincerely thank my advisor, Asst. Prof. Siriporn Jongpatiwut, for her helpful suggestions, discussions, supervision from the very early stage of this research.

I would also like to thank my co-advisor, Prof. Danial E. Ressasco, and Prof. Somchai Osuwan, for their supports, suggestions, and discussion through this research work.

I would like to thank Asst. Prof. Thammanoon Sreethawong and Dr. Suchada Butnark for kindly serving on my thesis committee. Their suggestions are certainly important and helpful for completion of this thesis.

I am grateful for the partial scholarship and partial funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College, and by the National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemical, and Advanced Materials, Thailand.

I would like to thank the entire faculty and staff at the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University for their kind assistance and cooperation.

This thesis work is financial supported by PTT Public Company Limited. Therefore, I would like to acknowledge for their supported.

A lot of thanks to all of friends, brothers and sisters at PPC especially, Mr. Pongtep Lohakitsatian, Ms.Teeranut Nontawong, and friends at room 614, who give me a friendly support, encouragement, cheerfulness, and assistance. Without them, two years in the college would have been meaningless for me. I had the most enjoyable time working with all of them.

Finally, I would like to express my sincere gratitude to thank my family especially, my mother, for showing me the joy of intellectual pursuit ever since I was a child, for standing by me and for understanding every single part of my mind.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

FIGURE **PAGE**

FIGURE **PAGE**