OPTIMIZATION OF BIODIESEL PRODUCTION FROM SUSTAINABLE FEEDSTOCKS IN EGYPT

By

Eng. Hassan Ibrahim Abu Bakr Khalil Shimi

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
in
CHEMICAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2016

OPTIMIZATION OF BIODIESEL PRODUCTION FROM SUSTAINABLE FEEDSTOCKS IN EGYPT

By
Eng. Hassan Ibrahim Abu Bakr Khalil Shimi

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
in
CHEMICAL ENGINEERING

Under the Supervision of

Prof. Dr. Shakinaz T. El Sheltawy

……..

Professor of Chemical Engineering
Chemical Engineering Department
Faculty of Engineering, Cairo University

Prof. Dr. Nahed K. Attia

……..

Professor at Chemical Engineering and Pilot Plant Department
National Research Centre

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2016

OPTIMIZATION OF BIODIESEL PRODUCTION FROM SUSTAINABLE FEEDSTOCKS IN EGYPT

By
Eng. Hassan Ibrahim Abu Bakr Khalil Shimi

A Thesis Submitted to the
Faculty of Engineering at Cairo University
in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY
in
CHEMICAL ENGINEERING

Approved by the
Examining Committee

_____
Prof. Dr. Shakinaz T. El Sheltawy, Thesis Main Advisor

_____
Prof. Dr. Magdy F. Abadir, Internal Examiner

_____
General. Dr. Ali I. Sabry, External Examiner
- Ex. Minister of Military Production, Egypt

FACULTY OF ENGINEERING, CAIRO UNIVERSITY
GIZA, EGYPT
2016

Engineer's Name: Eng. Hassan I. Shimi
Date of Birth: 01/10/1988
Nationality: Egyptian
E-mail: hassanshimi@gmail.com
Phone: (002) 01024497780
Address: El Hawamedya City, Giza, Egypt

Registration Date: 01/03/2014
Awarding Date: …./…./……..
Degree: Doctor of Philosophy
Department: Chemical Engineering

Supervisors:

Prof. Shakinaz T. El Sheltawy
Prof. Nahed K. Attia

Examiners:

General. Dr. Ali I. Sabry (External examiner)
Prof. Magdy F. Abadir (Internal examiner)
Prof. Shakinaz T. El Sheltawy (Thesis main advisor)

Title of Thesis:

Optimization of Biodiesel Production from Sustainable Feedstocks in Egypt

Key Words:
Optimization; Biodiesel; Sustainable; Techno-Economic Assessment; Heterogeneous catalysts, Waste fried oil

Summary:

Biodiesel is a renewable, biodegradable, non-toxic and green substitute fuel for petro-diesel; as it can be produced according to the American Standards (ASTM-D6751) and the European Standards (EN 14214), and used in the diesel engines without excessive modifications. Semi-novel heterogeneous catalysts such as sodium orthosilicate (Na_4SiO_4) and phosphate rock (PR) were investigated to produce high quality biodiesel; in order to address the problems associated with the alkaline substances using waste fried oil (WFO) as a feedstock. The catalysts were characterized by XRD, SEM and DTA-TG. Utilization of WFO in biodiesel industry offers a triple facet solution: environmental, economic and waste control. Techno-economic assessment for biodiesel production from waste fried oil, algae biomass, jatropha oil, was performed using the suggested catalysts to determine the most effective materials and technology for marketing of biodiesel business in Egypt and Arab Countries.

الملخص

مع الحاجة المستمرة للطاقة وأزمة السولار والمشاكل البيئية الناجمة عن أستخدام الوقود الأحفوري، أصبح البحث والتطوير أمر ضروري وهام لأيجاد مصدر بديل للطاقة. يعتبر الديزل الحيوي من أهم مصادر الطاقة البديلة والمتجددة حيث يمكن انتاجه طبقا للمواصفات القياسية الأمريكية (ASTM-D6751) أو الأوروبية (EN-14214) واستخدامه كبديل للديزل البترولي مع الأحتفاظ بكفاءة المحرك المطلوبة. ويمكن انتاج وقود الديزل الحيوي باستخدام زيوت الطعام المستعملة أو أي زيت نباتي أو دهن حيواني. واعادة تدوير زيوت الطعام المستعملة واستخدامها كمصدر لأنتاج وقود الديزل الحيوي حل أستراتيجي لأزمات الطاقة والبطالة بمصر، وخفض لتكاليف معالجة مياه الصرف الصحي. أيضا استخدام الطحالب كمصر للديزل الحيوي يمثل نظرة مستقبلية حيث أنها تعطي معدلات زيت عالية (10^5 لتر/هكتار) وغنية بالأحماض الدهنية تصل الى 50%. ويستحق مشروع انتاج الديزل الحيوي دراسة مستفيضة لما يتمتع به من طبيعة أيجابية على البيئة. وانتاج وقود الديزل الحيوي بتفاعلات الأسترة المحفزة بمحفزات متجانسة أو غير متجانسة لا يتم الا في ظروف معينة، حيث تمثل الحرارة والتقليب الميكانيكي الطاقة الازمة لأحداث التفاعل المطلوب. وتهدف هذه الدراسة الى التوصل للظروف المثالية لأنتاج الديزل الحيوي من زيوت الطعام المستعملة باستخدام محفزات جديدة غير متجانسة مثل رباعي سليكات الصوديوم (Na_4SiO_4) وصخر الفوسفات [$Ca_5(PO_4)_3F$] حيث يمكن أسترجاعها بالترشيح وأستخدامها عدة مرات في التفاعل مع الأحتفاظ بالجودة والأنتاجية العالية لوقود الديزل الناتج. تم أستقصاء منهجية التحليل الأحصائي للتجارب (Factorial design of experiments) لدراسة أثر العوامل الهندسية المختلفة مثل كمية الكحول المستخدم (alcohol/oil molar ratio 12/1 – 3/1) ، زمن التفاعل (1-4h)، تركيز العامل الحفاز (3-7%wt./wt. oil) وأيضا تأثير المعالجة الحرارية (Calcination) على مدى فعالية العامل الحفاز، وعمل دراسة مقارنة للمتغيرات التي تؤثر على نسبة التفاعل وجودة المنتج، مع تحديد أهم خواص الديزل الناتج مثل الكثافة، اللزوجة، درجة التطاير، نسبة الشوائب وكفاءة الأحتراق باستخدام الظروف المثالية للأنتاج. بالأضافة الى تقييم الجوانب الأقتصادية لمشروع انتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الأولية المستدامة بمصر مثل زيت الطحالب الدقيقة ونبات الجاتروفا، وذلك للوصول لمجموعة من التوصيات والمقترحات لدراسة أمكانية تطبيق هذا المشروع في بلدنا الحبيبة مصر وأيضا الدول العربية الشقيقة.

مهندس: حسن ابراهيم أبوبكر خليل شيمي

تاريخ الميلاد: 1988\10\01

الجنسية: مصري

تاريخ التسجيل: 2014\03\01

تاريخ المنح: ....\....\.....

القسم: الهندسة الكيميائية

الدرجة: دكتوراه الفلسفة

المشرفون:

أ.د. شاكيناز طه الشلتاوي

أ.د. ناهد كمال عطيه

الممتحنون:

لواء.د. علي صبري ، وزير الأنتاج الحربي الأسبق (الممتحن الخارجي)

أ.د. مجدي فؤاد أبادير (الممتحن الداخلي)

أ.د. شاكيناز طه الشلتاوي (المشرف الرئيسي)

عنوان الرسالة:

الأستغلال الأمثل لأنتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الأولية المستدامة في مصر

الكلمات الدالة:

وقود الديزل الحيوي، المواد الأولية المستدامة، التحليل الأحصائي، أقتصاديات المشروع، عوامل حفازة غير متجانسة ، زيزت الطعام المستعملة.

ملخص الرسالة:

يعتبر وقود الديزل الحيوي أهم مصدرا للطاقة المتجددة وحلا لمشكلة السولار بمصر، حيث يمكن أنتاجه من أي زيت نباتي أو دهن حيواني واستخدامه في محركات الديزل بدون أي تعديلات طبقا للمواصفات القياسية الأمريكية (ASTM-D6751) أو الأوروبية (EN-14214). ويمكن أنتاج وقود الديزل الحيوي بجودة عالية من زيوت الطعام المستعملة باستخدام محفزات جديدة غير متجانسة في تفاعلات الأسترة مثل رباعي سليكات الصوديوم (Na_4SiO_4) و صخر الفوسفات [$Ca_5(PO_4)_3F$]. وتم تقييم الجوانب التكنو-أقتصلدية لمشروع أنتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الخام المستدامة في مصر مثل الطحالب الدقيقة ونبات الجاتروفا باستخدام العوامل الحفازة المقترحة، وذلك للخروج بمجموعة من التوصيات التي تساعد على تسويق هذا المنتج بمصر والدول العربية الشقيقة.

الأستغلال الأمثل لأنتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الأولية المستدامة في مصر

اعداد
مهندس/ حسن ابراهيم أبوبكر خليل شيمي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة
في
الهندسة الكيميائية

يعتمد من لجنة الممتحنين:

الاستاذ الدكتور: شاكيناز طه الشلتاوي	المشرف الرئيسى
الاستاذ الدكتور: مجدي فؤاد أبادير	الممتحن الداخلي
لواء دكتور: علي ابراهيم صبري وزير الأنتاج الحربي الأسبق	الممتحن الخارجي

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة
الجيـزة - جمهوريـة مصـرالعربيــة
2016

الأستغلال الأمثل لأنتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الأولية المستدامة في مصر

اعداد
مهندس/ حسن ابراهيم أبوبكر خليل شيمي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة
في
الهندسة الكيميائية

تحت اشراف

اسم المشرف
أستاذ دكتور/ شاكيناز طه الشلتاوي
أستاذ بقسم الهندسة الكيميائية - كلية الهندسة جامعة القاهرة

اسم المشرف
أستاذ دكتور/ ناهد كمال عطيه
أستاذ بقسم الهندسة الكيميائية والتجارب نصف الصناعية بالمركز القومي للبحوث

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة
الجيـزة - جمهوريـة مصـرالعربيــة
2016

الأستغلال الأمثل لأنتاج وقود الديزل الحيوي من المواد الأولية المستدامة في مصر

اعداد

مهندس/ حسن ابراهيم أبوبكر خليل شيمي

رسالة مقدمة إلى كلية الهندسة – جامعة القاهرة
كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراه الفلسفة
في
الهندسة الكيميائية

كليــة الهندســة - جامعــة القاهــرة
الجيـزة - جمهوريـة مصـرالعربيــة
2016

CHAPTER 1

INTRODUCTION

CHAPTER 2

BIODIESEL PRODUCTION OVERVIEW

CHAPTER 3

RECENT TRENDS IN BIODIESEL CATALYSIS

CHAPTER 4

OLEOCHEMICALS INDUSTRY

CHAPTER 5

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS

CHAPTER 6

RESULTS AND DISCUSSION