Evaluation of Monomeric Sugar Yield from Various Grasses Grown in Thailand as Biofuel Feedstock by Two-Stage Microwave/Chemical Pretreatment Process

Patomwat Tatijarern

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,
and Case Western Reserve University
2013

Thesis Title: Evaluation of Monomeric Sugar Yield from Various Grasses Grown in Thailand as Biofuel Feedstock by Two-Stage Microwave/Chemical Pretreatment Process

By: Patomwat Tatijarern

Program: Polymer Science

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit
Assoc. Prof. Apanee Luengnaruemitchai
Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan

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

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

Thesis Committee:

....
(Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit)

....
(Assoc. Prof. Apanee Luengnaruemitchai)

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

....
(Asst. Prof. Hathaikarn Manuspiya)

....
(Assoc. Prof. Manop Panapoy)

ABSTRACT

5472028063: Polymer Science Program

Patomwat Tatijarern: Evaluation of Monomeric Sugar Yield from Various Grasses Grown in Thailand as Biofuel Feedstock by Two-Stage Microwave/Chemical Pretreatment Process

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit, Assoc. Prof. Apanee Luengnaruemitchai, and Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan, 140 pp.

Keywords: Two-stage pretreatment, Secondary lignocellulosic materials, Microwave irradiation, Bioethanol

Cogon grass (*Imperata cylindrica*), Guinea grass (*Panicum maximum*), Kans grass (*Saccharum spontaneum*), Giant reed (*Arundo donax*), and Mission grass (*Pennisetum polystachyon*) were locally collected to test as bioethanol feedstock. Mission grass, Kans grass, and Giant reed, showing high cellulose and hemicellulose compositions, were treated by a two-stage chemical/microwave pretreatment method. The optimum conditions of the pretreatment were investigated and the maximum monomeric sugar yields were compared. The microwave-assisted NaOH and H_2SO_4 with 15:1 liquid to solid ratio were studied by varying catalyst concentration, temperature, and time to maximize the amount of the obtained monomeric sugar. The maximum monomeric sugars from microwave-assisted NaOH pretreated Mission grass, Kans grass, and Giant reed were 6.6 (at 120 °C,10 min, 3%(w/v) NaOH), 6.8 (at 80 °C,5 min, 5%(w/v) NaOH), and 6.8 (at 120 °C,5 min, 5%(w/v) NaOH) g/100g biomass, respectively, while maximum monomeric sugars from microwave-assisted H_2SO_4 pretreatment were 34.3 (at 200 °C,5 min, 1%(w/v) H_2SO_4), 33.8 (at 200 °C,10 min, 0.5%(w/v) H_2SO_4), and 31.9 (at 180 °C,30 min, 0.5%(w/v) H_2SO_4) g/100g biomass, respectively. The structural changes in weeds were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and Scanning electron microscope (SEM).

บทคัดย่อ

นาย ปฐมวัฒน์ ตติเจริญ: การประเมินศักยภาพในการผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวของวัชพืชในประเทศไทยเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับพลังงานชีวมวลด้วยกระบวนการปรับสภาพพืชสองขั้นตอน จากรังสีไมโครเวฟและสารเคมี (Evaluation of Monomeric Sugar Yield from Various Grasses Grown in Thailand as Biofuel Feedstock by Two-Stage Microwave/Chemical Pretreatment Process) อ. ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์ รองศาสตราจารย์ ดร. อาภาณี เหลืองนฤมิตชัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธัญญลักษณ์ ฉายสุวรรณ์ 140 หน้า

หญ้าคา หญ้ากินนี หญ้าดอกเลา ต้นอ้อ และหญ้าขจรจบดอกเล็ก ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในประเทศไทย ถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอเอทานอล โดยในจำนวนหญ้า 5 ชนิดนี้พบว่า หญ้าขจรบดอกเล็ก หญ้าดอกเลา และต้นอ้อ มีองค์ประกอบของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสสูงสุด จึงถูกนำมาศึกษาต่อเพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดในกระบวนการปรับสภาพพืชสองขั้นตอนด้วยรังสีไมโครเวฟและสารเคมีที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และเปรียบเทียบน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ผลิตได้จากหญ้าทั้งสามชนิดนี้ โดยในการศึกษาสภาวะของกระบวนการปรับสภาพพืชสองขั้นตอนนั้น รังสี ไมโครเวฟถูกใช้ร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์และกรดซัลฟิวริก ที่อัตราส่วนของเหลวต่อของแข็ง 15:1 และทำการศึกษาผลของอุณหภูมิ เวลา และความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยา เพื่อหาสภาวะที่ดีที่สุดของกระบวนการนี้ จากผลการศึกษาพบว่า ในขั้นตอนแรกการใช้รังสีไมโครเวฟร่วมกับโซเดียมไฮดรอกไซด์สามารถผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจากหญ้าขจรจบดอกเล็ก หญ้าดอกเลา และต้นอ้อ ได้ 6.6 กรัม (ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส 10 นาที 3%(w/v) NaOH) 6.8 กรัม (ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 5 นาที 5%(w/v) NaOH) และ 6.8 (ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส 5 นาที 5%(w/v) NaOH) กรัมต่อ 100 กรัมชีวมวล ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อใช้รังสีไมโครเวฟร่วมกับกรดซัลฟิวริกในการปรับสภาพพืชขั้นที่สองนั้นสามารถผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจากหญ้าขจรจบดอกเล็ก หญ้าดอกเลา และต้นอ้อ ได้ 34.3 กรัม (ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 5 นาที 1%(w/v) H_2SO_4) 33.8 กรัม (ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส 10 นาที 0.5%(w/v) H_2SO_4) และ 31.9 กรัม (ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส 30 นาที 0.5%(w/v) H_2SO_4) ต่อ 100 กรัมชีวมวล ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีของตัวอย่างจากกระบวนการปรับสภาพพืชนั้นถูกศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเทคนิคฟูเรียทรานสฟอร์มสเปคโตรสโคปี

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to take this opportunity to thank Assoc. Prof. Sujitra Wongkasemjit, Assoc. Prof. Apanee Luengnaruemitchai, Asst. Prof. Thanyalak Chaisuwan, Ph. D. Students, PPC staffs, and all of my friends for their kind assistance, good advice, and great support during my research times. I had pleasant working time with all of them. The acknowledgments would not be complete without saying how much I appreciate the moral support that I have received from my family.

Finally, I am grateful for the scholarship and funding of the thesis work provided by the Petroleum and Petrochemical College; and the Center of Excellence for Petrochemical and Materials Technology, Thailand.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER		PAGE

LIST OF TABLES

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURE

FIGURE **PAGE**

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES

LIST OF FIGURES