



246160



การผลิตน้ำตาลจากผักตบชวา
เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับผลิตเอทานอล
Production of sugar from water hyacinth
for ethanol precursor

โดย

ศิริวัฒนา บัญชรเทวกุล
วีระชัย บัญชรเทวกุล
กาญจนา กิติดี

ทุนวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชน ปี 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ
ธันวาคม 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่รับผิดชอบต่อผลเสียใดๆ
อันอาจเกิดจากการนำความคิดเห็นในเอกสารฉบับนี้ไปใช้ ความคิดเห็น
ที่ปรากฏในเอกสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียนซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็น
ความคิดเห็นของคณะฯ

600251654

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246160

การผลิตน้ำตาลจากผักตบชวา
เพื่อใช้เป็นสารตั้งต้นสำหรับผลิตเอทานอล
Production of sugar from water hyacinth
for ethanol precursor



โดย

ศิริวัฒนา ปัญชรเทวกุล M.Eng. (Chulalongkorn University)

วีระชัย ปัญชรเทวกุล D.Eng. (Nagoya University)

กาญจนา กิติดี M.Sc. (Chulalongkorn University)

ทุนวิจัยร่วมภาครัฐกับภาคเอกชน ปี 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพฯ

ธันวาคม 2553

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากเงินอุดหนุนทั่วไปจากรัฐบาล ประจำปีงบประมาณ 2553 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และเจ้าหน้าที่ กองการวัดกัมมันตภาพรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์การฉายรังสีตัวอย่างผักตบชวา

บทคัดย่อ

246160

จากการศึกษาการผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวจากผักตบชวาโดยการฉายรังสีแกมมา ร่วมกับการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซัลฟูริกเจือจาง พบว่าสามารถผลิตน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวได้ > 40% โดยน้ำหนักของผักตบชวาเมื่อใช้โดสของรังสีแกมมาตั้งแต่ 300 kGy ขึ้นไป ร่วมกับการไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซัลฟูริกที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ติดต่อกัน 5 ครั้ง การไฮโดรไลซ์ครั้งแรกใช้กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้น 3% (มวลต่อปริมาตร) นาน 30 นาที การไฮโดรไลซ์ครั้งที่สองถึงครั้งที่ห้าใช้กรดซัลฟูริกที่ความเข้มข้น 15% (มวลต่อปริมาตร) นานครั้งละ 60 นาที กับกากที่เหลือจากการไฮโดรไลซ์ครั้งต้น ปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่ผลิตได้เมื่อใช้ปริมาณรังสีแกมมาที่ 300, 500, และ 900 kGy คือ 42.0, 41.5 และ 45.6 กรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม คิดเป็น 69.55%, 68.8% และ 75.4% ของปริมาณเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสที่มีอยู่ในตัวอย่างผักตบชวา ตามลำดับ

Abstract

246160

Production of monosaccharide sugars from Water hyacinth at various gamma irradiation doses followed by dilute sulfuric acid hydrolyses was studied. At a gamma dose ≥ 300 kGy, monosaccharide sugars >40% by weight could be obtained after 5 times hydrolyses of the sample or remaining residue at 121 degree Celsius. The optimum hydrolyses condition was 3% sulfuric acid (w/v) for 30 minute for the 1st hydrolysis and 15% sulfuric acid (w/v) for 60 minutes for the 2nd hydrolysis up to the 5th time hydrolyses. At a gamma dose of 300, 500, and 900 kGy, the total monosaccharide sugars of 42.0, 41.5, and 45.6 gram per 100 gram of dry sample which were equivalent to 69.6%, 68.8%, and 75.4% of cellulose & hemicellulose in the sample were obtained.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ช
บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย.....	2
ผักตบชวา.....	3
โครงสร้างเซลล์.....	7
โครงสร้างเยื่อเซลล์.....	7
โครงสร้างลิกนิน.....	8
การผลิตน้ำตาลจากผักตบชวา.....	9
การไฮโดรไลซ์ด้วยกรด (Acid Hydrolysis).....	10
การย่อยสลายโมเลกุลด้วยรังสี.....	13
วิธีการดำเนินการวิจัย.....	15
1. การเตรียมตัวอย่างผักตบชวา.....	15
2. การวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยในตัวอย่างผักตบชวา.....	15
3. การวิเคราะห์หาชนิด และปริมาณน้ำตาลด้วยเครื่อง HPLC.....	15
4. การหาสถานะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี	
แกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก.....	16
4.1 การไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วย	
กรดซัลฟูริก ที่อุณหภูมิ 100 °C.....	16
4.2 การไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วย	
กรดซัลฟูริก ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	16

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3 การไฮโดรไลซ์กากที่เหลือจากการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 1 ของ ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 500 kGy.....	17
5. การไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 100, 300, 700 และ 900 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก.....	17
6. การผลิตน้ำตาลจากผักตบชวา โดยการฉายรังสีแกมมาร่วมกับกรดซัลฟูริก จากสภาวะที่เหมาะสม.....	18
ผลการวิจัย.....	20
1. ผลการหาปริมาณเยื่อใยในผักตบชวา.....	20
2. ผลการหาชนิด และปริมาณน้ำตาลด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC).....	21
3. ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซ์โมเลกุลผักตบชวาที่ผ่าน การฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก.....	22
3.1 การไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก ที่อุณหภูมิ 100 °C.....	22
3.2 การไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสี 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	24
3.3 การไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2-5 ของผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy	28
4. ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 100, 300, 700 และ 900 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก.....	33
5. ผลการผลิตน้ำตาลจากผักตบชวาจากสภาวะที่เหมาะสม.....	39
สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ.....	42
เอกสารอ้างอิง.....	43
ภาคผนวก ก.....	45

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบของผักตบชวาแห้ง.....	6
2	เงื่อนไขในการวิเคราะห์น้ำตาลจากสารละลายของน้ำตาลที่ได้จากการไฮโดรไลซ์.....	15
3	ผลการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อยในผักตบชวา.....	20
4	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วย 3% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 100 °C.....	22
5	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วย 5% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 100 °C.....	23
6	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วย 7% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 100 °C	23
7	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก 3% (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	25
8	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก 5% (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	25
9	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก 7% (มวลต่อปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	26
10	ผลการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ของผักตบชวา ด้วย 10% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30-120 นาที.....	28
11	ผลการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ของผักตบชวา ด้วย 15% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30-120 นาที.....	28
12	ผลการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 3, 4 และ 5 ของผักตบชวา ที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 1 ด้วย 3% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 121 °C และไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ด้วย 15% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นเวลา 60 นาที	31

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ผลการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 3, 4 และ 5 ของผักตบชวาที่ผ่านการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 1 ด้วย 3% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 121 °C และไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ด้วย 15% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 120 นาที.....	31
14	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 500 kGy ที่ไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C (ไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 60 นาที).....	31
15	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 500 kGy ที่ไฮโดรไลซ์ด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C (ไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 เป็นเวลา 120 นาที).....	32
16	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสี 100 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	34
17	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสี 300 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	35
18	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสี 700 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	36
19	ปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสี 900 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	37
20	ปริมาณน้ำตาลรวมที่ได้จากการไฮโดรไลซ์ผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 100-900 kGy	38
21	ผลการผลิตน้ำตาลจากผักตบชวาจากสถานะที่เหมาะสม จากผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 500 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	39
22	ผลการผลิตน้ำตาลจากผักตบชวาจากสถานะที่เหมาะสม จากผักตบชวาที่ผ่านการฉายรังสี 900 kGy และนำมาไฮโดรไลซ์ต่อด้วยกรดซัลฟูริกจำนวน 5 ครั้ง ที่อุณหภูมิ 121 °C	40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะผักตบชวา.....	3
2	สูตรโครงสร้างของเซลลูโลส.....	7
3	สูตรโครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส.....	8
4	สูตรโครงสร้างของลิกนิน.....	9
5	กลไกของปฏิกิริยาการไฮโดรไลซ์ด้วยสารละลายกรดซัลฟูริก.....	10
6	กลไกการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์ด้วยกรดเจือจาง.....	12
7	กลไกการเกิดปฏิกิริยาของเซลลูโลสเมื่อได้รับรังสี.....	13
8	พืชของน้ำตาลในตัวอย่างผักตบชวา จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC.....	21
9	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก 3%, 5% และ 7% (มวลต่อปริมาตร) ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 100°C.....	24
10	ผลการไฮโดรไลซ์ผักตบชวา ที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยกรดซัลฟูริก 3%, 5% และ 7% (มวลต่อปริมาตร) ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 121 °C.....	26
11	ปริมาณน้ำตาลรวมที่ได้จากไฮโดรไลซ์ผักตบชวาที่ฉายรังสีแกมมา 500 kGy ด้วยอุณหภูมิ 100 °C และ 121 °C ด้วยความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกต่างๆ.....	27
12	ปริมาณน้ำตาลกลูโคสจากการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ของผักตบชวา ด้วย 10% และ 15% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30-120 นาที.....	29
13	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจากการไฮโดรไลซ์ครั้งที่ 2 ของผักตบชวา ด้วย 10% และ 15% กรดซัลฟูริก (มวลต่อปริมาตร) เป็นระยะเวลา 30-120 นาที.....	29
14	ปริมาณน้ำตาลรวมที่ได้จากการไฮโดรไลซ์ผักตบชวา ที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 100-900 kGy.....	38
15	วิธีการวิเคราะห์หาเยื่อใยในพืชตัวอย่าง โดยวิธีของ Van Soest.....	46