

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
วัสดุเหลือทิ้งที่เป็นต้นปาล์มน้ำมัน	4
องค์ประกอบทางเคมีของไม้	5
เทคนิคการระเบิดด้วยไอน้ำ	9
น้ำตาลไซโลส	14
น้ำตาลไซลิทอล	14
ผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลไซโลสจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรและ การจัดสารที่ไม่ต้องการ	22
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	36
สรุปผลการทดลอง	70
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	73
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก ข้อมูลการทดลอง	82
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ผลทางเคมี	84
ภาคผนวก ค อาหารเลี้ยงเชื้อ สมบัติถ่านกัมมันต์ และภาพเครื่องมือที่ใช้	102

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงสมบัติของไซลิทอล	16
2	แสดงองค์ประกอบของต้นปาล์มน้ำมันโดยอ้างอิงน้ำหนักแห้งของไม้	36
3	แสดงความสัมพันธ์ของความดัน และเวลาในรูปของ LogRo	38
4	แสดงความสัมพันธ์ของสภาวะที่ใช้ในการระเบิดด้วยไอน้ำในรูป LogRo กับค่าองค์ประกอบเชื้อภายหลังการระเบิดเทียบกับไม้สับต้นปาล์มน้ำมัน 100 กรัม	39
5	แสดงปริมาณน้ำตาล (กรัม) ในเชื้อหลังระเบิดและในน้ำล้างเชื้อหลังการระเบิดด้วยไอน้ำของต้นปาล์ม 100 กรัม ก่อนและหลัง posthydrolysis ด้วย 3% H_2SO_4 โดยการ autoclave เป็นเวลา 60 นาที	44
6	แสดงผลพลอยได้ (กรัม) และพีเอชในน้ำล้างเชื้อจากการระเบิดด้วยไอน้ำของ ต้นปาล์ม 100 กรัม ที่สภาวะต่างๆ	47
7	แสดงปริมาณน้ำตาลไซโลส กลูโคส เฟรฟรุอล และ 5-ไฮดรอกซีเมทิล เฟรฟรุอล (กรัม) จากสภาวะการย่อยน้ำตาลโอลิโกเมอร์ในน้ำล้างด้วยความเข้มข้นกรดและเวลาต่างๆ ของสภาวะ LogRo =3.65	50
8	แสดงผลการดูดซับสารยับยั้งจุลินทรีย์ในไฮโดรไลเสทในครั้งที่ 1 ด้วย ถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณต่างๆ คือ 0, 3, 5, 7 และ 10 % w/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	53
9	แสดงผลการดูดซับสารยับยั้งจุลินทรีย์ในไฮโดรไลเสทในครั้งที่ 1 ด้วย ถ่านกัมมันต์ปริมาณ 5 % w/v ที่เวลาต่างๆ คือ 0, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง	55
10	แสดงผลการดูดซับสารยับยั้งจุลินทรีย์ในไฮโดรไลเสทในครั้งที่ 2 ด้วย ถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณต่างๆ คือ 1, 2, และ 3 % w/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	58
11	แสดงผลการดูดซับสารยับยั้งจุลินทรีย์ในไฮโดรไลเสทในครั้งที่ 2 ด้วย ถ่านกัมมันต์ปริมาณ 2 % w/v ที่เวลาต่างๆ คือ 15, 30, 45 และ 60 ชั่วโมง	59
12	การผลิตไซลิทอลจากเชื้อ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 ด้วยไซโลสบริสุทธิ์ เข้มข้น 26.49 กรัม ต่อลิตรที่พีเอชเริ่มต้น 4.50	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การผลิตไซลิทอลจากเชื้อ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 ด้วยไซโลสไฮโดรไล เสทเข้มข้น 24.35 กรัมต่อลิตร และกลูโคส 13.69 กรัมต่อลิตร ที่มีพีเอชเริ่มต้น 4.50	62
14	การผลิตไซลิทอลจากเชื้อ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ด้วยไซโลสบริสุทธิ์ เข้มข้น 27.48 กรัมต่อลิตร ที่มีพีเอชเริ่มต้น 4.52	63
15	การผลิตไซลิทอลจากเชื้อ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ด้วยไซโลสไฮโดรไล เสทเข้มข้น 26.10 กรัมต่อลิตร และกลูโคส 13.87 กรัมต่อลิตร ที่มีพีเอช เริ่มต้น 4.52	64
ตารางผนวกที่		
ก1	แสดงผลของน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์โดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 ที่มีผลต่อการเจริญและผลิตไซลิทอล	82
ก2	แสดงผลของไซโลสไฮโดรไลเสทโดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 ที่มีผลต่อการเจริญและผลิตไซลิทอล	82
ก3	แสดงผลของน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์โดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ที่มีผลต่อการเจริญและผลิตไซลิทอล	83
ก4	แสดงผลของไซโลสไฮโดรไลเสทโดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ที่มีผลต่อการเจริญและผลิตไซลิทอล	83
ข1	แสดงค่าประมาณ Retention time และ RF เฉลี่ย ของน้ำตาลแต่ละชนิด	94
ข2	แสดงค่า Retention time และสมการที่ได้จากกราฟมาตรฐานของเฟอร์ฟูรอล และ 5-ไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากเครื่อง HPLC	98
ข3	แสดงค่า Retention time และสมการที่ได้จากกราฟมาตรฐานของกรดอะซิดิก จากเครื่อง HPLC	99

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของไม้	5
2 แสดงโครงสร้างของเซลลูโลส	6
3 แสดงโครงสร้างของไซแทน	7
4 แสดงสูตรโครงสร้างตัวอย่างลิกนิน	8
5 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องระเบิดด้วยไอน้ำ	11
6 กลไกของปฏิกิริยาเคมีที่น่าจะเกิดขึ้นกับไซแทนขณะถูกระเบิดด้วยไอน้ำ	12
7 แสดงแนวทางการใช้ประโยชน์องค์ประกอบเคมีต่างๆในวัสดุเศษเหลือทิ้งทาง การเกษตรโดยการ pretreatment ด้วยการระเบิดด้วยไอน้ำ	13
8 ลักษณะโครงสร้างของน้ำตาลไซโลส	14
9 วิธีการเกิดไซลิตอลจากเมทาบอลิซึมของไซโลส	18
10 เมทาบอลิซึมของไซโลสในยีสต์	19
11 กรรมวิธีต่างๆ ในการผลิตไซลิตอล	20
12 แสดงแผนผังการทดลองในการระเบิดขึ้นไม้สับต้นปาล์มน้ำมันด้วยไอน้ำและ สารที่ต้องวิเคราะห์ในน้ำล้างและเชื้อหลังระเบิด	31
13 สรุปแผนผังการทดลองการผลิตไซลิตอลจากต้นปาล์มน้ำมัน	34
14 แสดงความสัมพันธ์ของสถานะที่ใช้ระเบิดต้นปาล์มน้ำมันด้วยไอน้ำในรูป LogRo กับองค์ประกอบทางเคมีในเชื้อหลังระเบิด	40
15 แสดงขึ้นไม้สับและเชื้อหลังการระเบิดของต้นปาล์มน้ำมันด้วยไอน้ำที่สถานะ ต่างๆ	41
16 แสดงปริมาณน้ำตาล (กรัม) ในเชื้อหลังระเบิด 100 กรัม	45
17 แสดงปริมาณน้ำตาล (กรัม) ในน้ำล้างเชื้อ ก่อนและหลัง posthydrolysis น้ำตาลโอ ลิโกเมอร์ เทียบกับขึ้นไม้สับต้นปาล์มน้ำมัน 100 กรัม หลังการระเบิดด้วยไอน้ำที่ สถานะต่างๆ	45
18 แสดงความสัมพันธ์ของสถานะที่ใช้ระเบิดเชื้อต้นปาล์มน้ำมันในรูป LogRo กับ ปริมาณผลพลอยได้ในน้ำล้างเชื้อ	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	แสดงความสัมพันธ์ของสภาวะที่ใช้ระเบิดเขี่ยต้นปาล์มน้ำมันในรูป LogRo กับ ค่าพีเอชในน้ำล้างเชื้อ	48
20	แสดงกราฟของปริมาณค่าต่างๆ หลังการย่อยไฮโดรไลธสด้วยกรดที่สภาวะต่างๆ หน่วย กรัมต่อการระเบิดต้นปาล์มด้วยไอน้ำ 100 กรัม	51
21	แสดงการดูดซับความชื้นสี สารประกอบฟีนอลิก เฟอร์ฟูรอล และ 5-ไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากการดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ในครั้งที่ 1 ที่ปริมาณ 3, 5, 7 และ 10% w/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	53
22	แสดงการดูดซับความชื้นสี สารประกอบฟีนอลิก เฟอร์ฟูรอล และไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากการดูดซับสารด้วยถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณ 5 % w/v เป็นเวลา 0.5, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 18, 24 และ 48 ชั่วโมง ในครั้งที่ 1	56
23	แสดงการดูดซับความชื้นสี สารประกอบฟีนอลิก เฟอร์ฟูรอล และไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากการดูดซับสารด้วยถ่านกัมมันต์ครั้งที่ 2 ที่ปริมาณ 1, 2, และ 3 % w/v เป็นเวลา 1 ชั่วโมง	58
24	แสดงการดูดซับความชื้นสี สารประกอบฟีนอลิก เฟอร์ฟูรอล และไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากการดูดซับสารด้วยถ่านกัมมันต์ที่ปริมาณ 2% w/v เป็นเวลา 15, 30, 45 และ 60 นาที ในครั้งที่ 2	59
25	แสดงผลของน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์และไซโลสในไฮโดรไลธสที่เหลือนับกับเวลาในการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 และ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037	66
26	แสดงผลของน้ำตาลไซลิทอลที่เกิดขึ้นกับเวลาในการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> TISTR 5664 และ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ในน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์และไฮโดรไลธส	67
27	แสดงผลของน้ำนักเซลล์แห้งในน้ำหมักของน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์และไฮโดรไลธสโดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> WT 5664 และ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
28	แสดงผลของพีเอชในน้ำหมักของน้ำตาลไซโลสบริสุทธิ์และไฮโดรไลสโดยการหมักด้วยเชื้อยีสต์ <i>C. magnolia</i> WT 5664 และ <i>C. guilliermondii</i> FTI 20037 ที่มีผลต่อการเจริญและผลิตไซลิทอล	69
ภาพผนวกที่		
ข1	แสดงลักษณะของพีคของน้ำตาลชนิดต่างๆ และเวลาที่ปรากฏในการตรวจวัดด้วยเครื่อง HPLC	94
ข2	แสดงลักษณะพีคที่ปรากฏของน้ำตาลในตัวอย่างการคำนวณ	95
ข3	แสดงกราฟมาตรฐานระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นเฟอร์ฟูรอลจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	97
ข4	แสดงกราฟมาตรฐานระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้น 5-ไฮดรอกซีเมทิลเฟอร์ฟูรอลจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	98
ข5	แสดงกราฟมาตรฐานระหว่างพื้นที่ใต้กราฟกับความเข้มข้นกรดอะซิติกจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	99
ค1	แสดงเครื่องระเบิดด้วยไอน้ำของบริษัท Kitto Koatsu ประเทศญี่ปุ่น ชนิดทำงานเป็นครั้ง (batch) ขนาดความจุ 2.5 ลิตร	104
ค2	แสดงเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) ของบริษัท Shimadzu (class LC10A) ประเทศญี่ปุ่น	104

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AC หมายถึง ปริมาณถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon)

%w/v หมายถึง ปริมาณสาร (กรัม) ในสารละลาย 100 มิลลิลิตร

%PR หมายถึง Percent Remove หรือ เปอร์เซ็นต์การดูดซับสาร

$$\%PR = \frac{\text{ปริมาณสารตั้งต้นก่อนดูดซับ} - \text{ปริมาณสารที่เหลือหลังดูดซับ}}{\text{ปริมาณสารตั้งต้นก่อนดูดซับ}}$$

Yp/s หมายถึง ผลได้ไซลิทอลที่เกิดขึ้นต่อไซโลสที่ถูกใช้ (กรัมต่อกรัม)

Yx/s หมายถึง ผลได้ของเซลล์ต่อน้ำตาล (ไซโลสและกลูโคส) ที่ถูกใช้ (กรัมต่อกรัม)

Qp หมายถึง อัตราการผลิตไซลิทอลต่อเวลา (กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง)

$$Qp = \frac{\text{ปริมาณไซลิทอลที่เกิดขึ้น (กรัมต่อลิตร)}}{\text{เวลา (ชั่วโมง)}}$$