# สารบัญเรื่อง


| | |
|---|---|
| 1. คำนำ (Introduction) | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 2 |
| 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการศึกษา | 3 |
| 2. การตรวจเอกสาร (Literature Review) | 4 |
| 3. อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) | 31 |
| 4. ผลการวิจัย (Results) | 36 |
| 5. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง (Summary and Discussion ) | 45 |
| 6. เอกสารอ้างอิง | 48 |
| ภาคผนวก | |

# สารบัญตาราง (ก)


**ตารางที่** 1 แสดงองค์ประกอบของวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดต่างๆ 6

**ตารางที่** 2 การผลิตเซลลูเลสโดยเชื้อรา *T. reesei*[1] 15

**ตารางที่** 3 ปริมาณสัมพัทธ์ของเซลลูเลสที่สร้างขึ้นโดย *T. reesei* และ *Aspergillus niger* 15

**ตารางที่** 4 ค่า Michaelis-Mentem ($K_m$) และ $K_i$ สำหรับ $\beta$-กลูโคซิเดส ที่แยกได้จาก *T. reesei* และ *A. niger* 16

**ตารางที่** 5 เซลลูเลสชนิดต่างๆ ที่แยกได้จาก *T. reesei* 16

**ตารางที่** 6 ตัวอย่างเซลล์ที่ถูกตรึงด้วยแคลเซียมอัลจิเนทและผลผลิตที่ได้ 24

**ตารางที่** 7 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จากการย่อยซังข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้เชื้อรา *T. reesei* 38

**ตารางที่** 8 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสที่ได้จากการย่อยซังข้าวโพดที่ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ควบคุมความเป็นกรด-ด่างที่ 4.8 เป็น เวลา 72 ชั่วโมง 40

**ตารางที่** 9 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ เอทานอล ของน้ำหมักที่ความเข้มข้นของ ซังข้าวโพด 15 เปอร์เซ็นต์ที่เวลาต่างๆ ในถังหมัก โดยใช้เชื้อ *Z. mobilis* 44

# สารบัญภาพ (ข)


**ภาพที่** 1 ลักษณะฝักและต้นข้าวโพด 4

**ภาพที่** 2 ลักษณะของซังข้าวโพดพันธุ์ซีพี 333 5

**ภาพที่** 3 สูตรโครงสร้างของเซลลูโลสและเซลโลไบโอส 7

**ภาพที่** 4 สูตรโครงสร้างของเฮมิเซลลูโลส 9

**ภาพที่** 5 สูตรโครงสร้างชนิดมอนอเมอร์ของเฮมิเซลลูโลส 9

**ภาพที่** 6 สูตรโครงสร้างของลิกนิน 10

**ภาพที่** 7 รูปแบบการตรึงเซลล์ด้วยวิธีต่างๆ 19

**ภาพที่** 8 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรึงเซลล์ 35

**ภาพที่** 9 ลักษณะรูปของผงซังข้าวโพดเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 100 เท่า) 36

**ภาพที่** 10 ลักษณะของซังข้าวโพดบดโดยใช้เครื่องบดสมุนไพร โดยผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 20 เมช 37

**ภาพที่** 11 ประสิทธิภาพการย่อยซังข้าวโพดที่ความเข้มข้นต่างๆ ให้เป็นน้ำตาลรีดิวซ์โดยเชื้อรา *T. reesei* 39

**ภาพที่** 12 กิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้จากการย่อยสลายโดยใช้ซังข้าวโพดที่ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง 41

**ภาพที่** 13 ลักษณะของเม็ดเจลที่ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมอัลจิเนท 3.5 เปอร์เซ็นต์ และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ 42

**ภาพที่** 14 ลักษณะการกระจายตัวของเซลล์เชื้อแบคทีเรีย *Z. mobilis* ที่ถูกตรึงภายในเม็ดเจลแคลเซียมอัลจิเนทสังเกตภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 100 เท่า) 42

**ภาพที่** 15 ลักษณะของเชื้อ *Z. mobilis* ที่ถูกตรึงภายในแคลเซียมอัลจิเนทภายใต้กล้องจุลทรรศน์หลังหมักเป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง (กำลังขยาย 100 เท่า) 43

**ภาพที่** 16 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอทานอลที่เกิดขึ้นและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ลดลงในน้ำหมักที่ทำการหมักในระยะเวลาต่างๆ 44