สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อ (3)

Abstract (5)

กิตติกรรมประกาศ (7)

สารบาญ (8)

รายการตาราง (11)

รายการภาพ (14)

บทที่

1 บทนำ 1

บทนำต้นเรื่อง 1

ตรวจเอกสาร 2

กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มดิบ 2

องค์ประกอบและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเศษเหลือของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 2

การบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้ง 9

ชนิดและคุณสมบัติเอนไซม์จากเห็ด 13

ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมเอนไซม์และการเจริญของเห็ด 20

วัตถุประสงค์ 23

2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ 24

วัสดุ 24

อุปกรณ์ 26

วิธีการ 29

1 การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ด *Lentinus* spp. ที่สามารถบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 29

2 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการลดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้เส้นใยเห็ด 31

3 ชนิดของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสีของน้ำทิ้ง 33

สารบาญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลของการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอน 36

3 ผลการทดลองและวิจารณ์ 38

1 การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ด *Lentinus* spp. ที่สามารถบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 38

1.1 คุณลักษณะน้ำทิ้งจากเครื่องดีแคนเตอร์ 38

1.2 ผลของความเข้มข้นสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ 38

1.2.1 การคัดเลือกระดับความเข้มข้นน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ในอาหารแข็งน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ 38

1.2.2 การคัดเลือกระดับความเข้มข้นน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ในอาหารน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ 42

1.3 การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ 49

1.4 ชนิดของเอนไซม์จากเห็ดสกุล *Lentinus* spp. 54

2 ปัจจัยที่มีผลต่อการลดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้เส้นใยเห็ด 54

2.1 ผลของไนโตรเจน 54

2.1.1 ผลของแหล่งไนโตรเจน 54

2.1.2 ผลของความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนที่คัดเลือกได้ 58

2.2 ผลของอิออนโลหะ 61

2.2.1 ผลของคอปเปอร์อิออน 61

2.2.2 ผลของเหล็กอิออน 61

2.2.3 ผลของแมงกานีสอิออน 64

2.3 ผลของพีเอชเริ่มต้น 65

2.4 ผลของอุณหภูมิ 68

2.5 ผลของระดับการให้อากาศ 70

3 ชนิดของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสีของน้ำทิ้ง 75

4 ผลของการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอน 81

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
4 สรุป	88
ข้อเสนอแนะ	89
เอกสารอ้างอิง	90
ภาคผนวก	98
ประวัติผู้เขียน	114

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณมลสารโดยเฉลี่ยในน้ำทิ้งจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 4 โรงงาน	5
2	คุณลักษณะของน้ำทิ้งจากขั้นตอนต่างๆ ในการสกัดน้ำมันปาล์มและน้ำทิ้งจากบ่อน้ำทิ้งรวม	6
3	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	7
4	เปรียบเทียบองค์ประกอบของแร่ธาตุในวัสดุเศษเหลือของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจากแหล่งต่างๆ (ร้อยละต่อน้ำหนักแห้ง)	8
5	ความจำเพาะต่อสับสเตรตและปฏิกิริยาของเอนไซม์ภายนอกเซลล์จาก Basidiomycete ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายลิกโนเซลลูโลส	17
6	คุณลักษณะน้ำทิ้งดีแคนเตอร์จากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 2 โรงงาน	39
7	ผลของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มต่อการเจริญและการจางสีในการเลี้ยง *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* บนอาหารแข็งที่อุณหภูมิ 30 ± 2 °ซ เป็นเวลา 5วัน	40
8	การเจริญของเส้นใย ค่าพีเอช และ ประสิทธิภาพการลดค่าซีโอดีของการเลี้ยงเห็ด *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เจือจาง 1 เท่า (COD เท่ากับ 43,500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่ 30°ซ บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วัน	46
9	เปรียบเทียบการบำบัดและกำจัดสีน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ (ซีโอดี 55,000 มิลลิลิกรัมต่อลิตร) โดย *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium*ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า 200 รอบต่อนาทีที่ 30°ซ	51
10	การคัดเลือกเชื้อ *Lentinus* spp. จากการทดสอบกิจกรรมการออกซิไดซ์ ABTS และแมงกานีสบนจานอาหารแข็งเปรียบเทียบกับของ *P. chrysosporium*	55
11	ผลของเหล่งไนโตรเจนต่อการบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์โดย *Lentinus* spp. ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำจำนวน 4 สายพันธุ์ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	56

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ผลของความเข้มข้นของยูเรียต่อการบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์โดย *L. strigosus* ST-S-3ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ 4 สายพันธุ์ หลังการเลี้ยง 12 วันบนเครื่องเขย่า 200 รอบต่อนาที ที่ 30°ซ	59
13	ผลของชนิดและความเข้มข้นของอิออนโลหะ ต่อการเจริญของ *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำของในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วัน บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	62
14	ผลของพีเอชต่อการบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L. .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	66
15	ผลของอุณหภูมิระหว่างบ่มเลี้ยงต่อการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05โดย *L. strigosus* ST-S-3ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	69
16	ผลของระดับการให้อากาศในถังหมักแบบ air–lift ต่อการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 15 วัน อุณหภูมิ 30°ซ ระดับการให้อากาศ 0.5-2.0 vvm	73
17	ผลการลดซีโอดีและสีจากการใช้สารเคมีช่วยตกตะกอน โพลีเฟอริกซัลเฟตร่วมกับแคลเซียมออกไซด์ ใน A: น้ำทิ้งหลังการบำบัดด้วยเส้นใย *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึง ใน air – lift ขนาด 3 ลิตร อากาศ 1.0 vvm นาน 15 วัน ที่ 30°ซ และ B: น้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัด ระยะเวลาตกตะกอน3 ชั่วโมง	84
18	ผลการลดซีโอดีและสีจากการใช้สารเคมี raw meal จากโรงงานปูนซีเมนต์ ใน A: น้ำทิ้งหลังการบำบัดด้วยเส้นใย *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึง ใน air – lift ขนาด 3 ลิตร อากาศ 1.0 vvm นาน 15 วัน ที่ 30°ซ และ B: น้ำทิ้งที่ไม่ผ่านการบำบัดระยะเวลาตกตะกอน 3 ชั่วโมง	86
19	คุณลักษณะของน้ำทิ้งเข้าและออกจากส่วนต่างๆ ของการบำบัด	87

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่ หน้า
1 การเตรียมสารละลายมาตรฐานความเข้มสี 0-500 หน่วยสี 100

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม	3
2	การเปลี่ยนแปลงค่าหน่วยสีระหว่างการเลี้ยงเส้นใยเห็ดสกุล *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ (ซีโอดี 87,000 มิลลิลิกรัมต่อลิตร) บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	43
3	การเปลี่ยนแปลงค่าฟีนอลระหว่างการเลี้ยงเส้นใยเห็ดสกุล *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ (ซีโอดี 87,000 มิลลิลิกรัมต่อลิตร) บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	44
4	การเปลี่ยนแปลงค่าหน่วยสีระหว่างการเลี้ยงเส้นใยเห็ดสกุล *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เจือจาง 1 เท่า (ซีโอดี 43,500 มิลลิลิกรัมต่อลิตร) บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	47
5	การเปลี่ยนแปลงค่าฟีนอลระหว่างการเลี้ยงเส้นใยเห็ดสกุล *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์เจือจาง 1 เท่า (ซีโอดี 43,500 มิลลิลิกรัมต่อลิตร) บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	48
6	เปรียบเทียบสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ (ซีโอดี 55,000 มิลลิลิกรัมต้อลิตร) หลังการบำบัดโดย *Lentinus* spp. และ *P. chrysosporium* ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ บนเครื่องเขย่า 200 รอบต่อนาที ที่ 30°ซ เป็นเวลา 12 วัน	52
7	ผลของโลหะอิออนต่อการบำบัดและกำจัดสีของน้ำทิ้งดีแคนเตอร์โดย *L .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ	63
8	การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำทิ้งระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30°ซ ที่พีเอชเริ่มต้นของน้ำทิ้งระหว่าง 3-7	67
9	การเปลี่ยนแปลงสีของน้ำทิ้งระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05โดย *L .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ หลังการเลี้ยงเชื้อ 12 วันบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่ 30-55°ซ	71

รายการภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
10	การเจริญของเส้นใย *L .strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำในน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่มีการเติมยูเรียร้อยละ 0.05 สภาวะถังหมักแบบ air–lift ที่ระดับการให้อากาศ 0.5-2.0 vvm อุณหภูมิ 30°ซ เป็นเวลา 15 วัน	72
11	การเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเอนไซม์ (a) แลคเคส (b) LiP (c) MnP (d) MnIP (e) CMCase และ (f) ไซลาเนส ระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่เติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำในถังหมัก air - lift ที่ 30°ซ นาน 15 วัน	76
12	การเปลี่ยนแปลงค่าสีระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่เติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ ในถังหมัก air - lift ที่ 30°ซ นาน 15 วัน	78
13	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่ละลายระหว่างการบำบัดน้ำทิ้งดีแคนเตอร์ที่เติมยูเรียร้อยละ 0.05 โดย *L. strigosus* ST-S-3 ที่ถูกตรึงบนฟองน้ำ ในถังหมัก air - lift ที่ 30°ซ นาน 15 วัน	80
14	การตกตะกอนน้ำทิ้งด้วยน้ำทิ้งด้วยสารเคมี	83
ภาพภาคผนวกที่		
1	กราฟมาตรฐานของสารละลายสีมาตรฐานด้วยวิธี platinum cobalt standard (OD_{475})	102
2	กราฟมาตรฐานของสารละลายฟีนอล	103
3	กราฟมาตรฐานของสารละลายไซโลส วิเคราะห์ด้วยวิธี Somogyi-Nelson	107
4	กราฟมาตรฐานของสารละลายกลูโคส วิเคราะห์ด้วยวิธี Somogyi-Nelson	108
5	กราฟมาตรฐานของสารละลายโปรตีน BSA วิเคราะห์ด้วยวิธี Lowry	109
6	กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์	113