การผลิตปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและน้ำกากส่าโดย Aspergillus sp.

นางสาว วรรณดี สุประดิษฐ์อาภรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาจุลชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-225-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015290
i17067792

PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER FROM RICE STRAW AND MOLASSES WASTE WATER BY *ASPERGILLUS* SP.

Miss Wandee Supraditaporn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-225-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและน้ำกากส่า โดย Aspergillus sp.

โดย นางสาว วรรณดี สุประดิษฐ์อาภรณ์

ภาควิชา จุลชีววิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตติ์ลิน สิหนนทน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วีระวุฒิ มหามนตรี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตติ์ลิน สิหนนทน์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ธนียวัน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุชาดา จาติกวนิช)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

วรรณดี สุประดิษฐ์อาภรณ์ : การผลิตปุ๋ยหมักจากฟางข้าวและน้ำกากส่า โดย Aspergillus sp. (PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER FROM RICE STRAW AND MOLASSES WASTE WATER BY ASPERGILLUS SP.) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. ประกิตติ์ลิน ลีหนนทน์, 115 หน้า

ศึกษาเปรียบเทียบการทำปุ๋ยหมักจากฟางข้าวผสมกับแหล่งไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำกากส่า กากมันสำปะหลัง แอมโมเนียมไนเตรท และฟางข้าวหมักกับน้ำซึ่งเป็นตัวควบคุม พบว่า น้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ดีที่สุด เนื่องจากภายหลังการย่อยสลาย 128 วัน อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวผสมน้ำกากส่าลดลงเท่ากับ 10.92 ซึ่งมีค่าต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับฟางข้าวผสมกากมันสำปะหลัง แอมโมเนียมไนเตรท และฟางหมักกับน้ำ ซึ่งอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวลดลงเหลือเพียง 21.78, 15.42 และ 28.73 ตามลำดับ

จากการศึกษาทางจุลชีววิทยา พบว่า ฟางข้าวผสมน้ำกากส่าปริมาณ 4500 กรัม มีแบคทีเรียสูงสุดเท่ากับ 7.7×10^{10} และรา 4.0×10^{7} โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก เมื่อบ่มที่ 30 องศาเซลเซียส และเมื่อบ่มที่ 45 องศาเซลเซียส มีแบคทีเรียสูงสุดเท่ากับ 1.15×10^{10} และรา 8.0×10^{6} โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก ส่วนฟางข้าวที่ไม่เติมน้ำกากส่าพบเชื้อแอคติโนมัยซีสสูงสุดเท่ากับ 1.2×10^{4} โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก เมื่อบ่มเชื้อที่ 45 องศาเซลเซียส คัดเลือกเชื้อราที่ผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลสได้สูงสุด พบว่า เป็นรา Aspergillus sp. และ รา Aspergillus sp. นี้ สามารถผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลสคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลส และเบตา-กลูโคซีเดสได้สูงสุดเท่ากับ 4.82×10^{1}, 8.7×10^{1} และ 44.2×10^{1} หน่วยต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

นำรา Aspergillus sp. มาหมักรวมกับฟางข้าวผสมน้ำกากส่า แอมโมเนียมไนเตรท และฟางข้าวที่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน เปรียบเทียบกับฟางข้าวที่ไม่ใส่เชื้อ พบว่า ในช่วงแรกของการหมัก การใส่รา Aspergillus sp. ลงในฟางข้าวผสมน้ำกากส่า และฟางข้าวที่ไม่มีแหล่งไนโตรเจน ทำให้อัตราการย่อยสลายดีกว่าการไม่ใส่เชื้อ ในขณะที่การใส่เชื้อรา Aspergillus sp. ลงในฟางข้าวผสมแอมโมเนียมไนเตรท ให้ผลไม่แตกต่างจากการไม่ใส่เชื้อ

ภาควิชา จุลชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2532 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

WANDEE SUPRADITAPORN : PRODUCTION OF ORGANIC FERTILIZER FROM RICE STRAW AND MOLASSES WASTE WATER BY ASPERGILLUS SP. : ASSO. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH, Ph.D. 115 PP.

Comparative studying of making composts were done by mixing rice straw with different nitrogen sources such as molasses waste water, citric acid wastes, ammonium nitrate and water, which was used as control. The results showed that molasses waste water was the best nitrogen source. Since after 128 days of decomposition C:N ratio of rice straw mixing with molasses waste water was reduced to 10.92 which is the lowest C:N ratio, when compared with using citric acid wastes, ammonium nitrate and water, which were reduced to 21.78, 15.42 and 28.73 respectively.

Microbiological quantitative studies showed that rice straw mixed with 4500 grams of molasses waste water gave the highest count of bacteria and fungi, which were 7.7×10^{10} and 4.0×10^{7} colony per gram of rice straw when incubated at $30^{\circ}C$ respectively. It also gave the highest count of bacteria and fungi, which were 1.15×10^{10} and 8.0×10^{6} colony per gram of rice straw when incubated at $45^{\circ}C$ respectively. It also found that composting rice straw only gave the highest number of actinomycetes, which were 1.2×10^{4} colony per gram of rice straw at $45^{\circ}C$. Isolation and selection of cellulose decomposing fungi found that Aspergillus sp. gave highest enzyme activity of cellulase, carboxymethylcellulase and β-glucosidase, which were 4.82×10^{1}, 8.7×10^{1} and 44.2×10^{1} unit per ml, respectively.

Additional inoculum of Aspergillus sp. to rice straw mixed with molasses waste water, rice straw with ammonium nitrate and rice straw without nitrogen source then compared with rice straw only. The early period of decomposition showed that additional Aspergillus sp. to rice straw mixed with molasses waste water or rice straw only could be increasing decomposition rate than the one without adding Aspergillus sp. Comparing decomposition rate between rice straw mixed with ammonium nitrate and Aspergillus sp. and without Aspergillus sp. showed no different significant.

ภาควิชา จุลชีววิทยา

สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตติ์ลิน สีหนนทน์ โดยได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาแนวความคิดต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดียิ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วิระวุฒิ มหามนตรี รองศาสตราจารย์ สุชาดา จาติกวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ธนียวัน ที่ได้ช่วยกรุณาตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ในภาควิชาจุลชีววิทยาทุกท่าน ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สถานีทดลองข้าวคลองหลวงที่กรุณาให้ฟางข้าว และคุณสุพรรณ ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค บริษัทแลงโลม ที่กรุณาให้น้ำกากส่า เพื่อใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณธีรพันธ์ ปัญญีรัชต ที่ได้ช่วยกรุณาให้คำแนะนำการคำนวณทางสถิติในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณรติกร กัณฑพงศ์ เพื่อน และน้อง ๆ ในภาควิชาจุลชีววิทยาที่ได้ช่วยเหลือ และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสำหรับทำการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และน้อง ๆ ของข้าพเจ้าที่ได้ช่วยเหลือกำลังทรัพย์ และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญภาพ	ฌ
สารบัญตาราง	ฐ
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	20
วิธีการทดลอง	22
ผลการทดลอง	30
วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	80
เอกสารอ้างอิง	89
ภาคผนวก 1	96
ภาคผนวก 2	99
ภาคผนวก 3	104
ภาคผนวก 4	107
ภาคผนวก 5	110
ประวัติ	115

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิความเป็นกรดด่างกับเวลาในกองปุ๋ยหมัก	10
2	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการรับอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวตลอดระยะเวลาของการหมักตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง 128 วัน เมื่อใส่แอมโมเนียมไนเตรท น้ำกากส่า กากมันสำปะหลัง และไม่ใส่แหล่งไนโตรเจน	31
3	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราส่วนการรับอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวตลอดระยะเวลาการหมักตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน	34
4	กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียของฟางข้าวหมัก (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก ตลอดระยะเวลาหมัก 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	37
5	กราฟแสดงปริมาณเชื้อราของฟางข้าวหมัก (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก ตลอดระยะเวลาหมัก 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส	39
6	กราฟแสดงปริมาณเชื้อแบคทีเรียของฟางข้าวหมัก (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก ตลอดระยะเวลาหมัก 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	40
7	กราฟแสดงปริมาณเชื้อราของฟางข้าวหมัก (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก ตลอดระยะเวลาหมัก 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส	42
8	กราฟแสดงปริมาณเชื้อแอคติโนมัยซีส์ของฟางข้าวหมัก (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก) ตลอดระยะเวลาหมัก 110 วัน เมื่อใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กัน บ่มที่ 45 องศาเซลเซียส	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
9	กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเจริญโดยวัดปริมาณกลูโคซามีนและแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	48
10	กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเจริญโดยวัดปริมาณกลูโคซามีนและแอคทิวิตีของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	49
11	กราฟแสดงการเปรียบเทียบการเจริญโดยวัดปริมาณกลูโคซามีนและแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	50
12	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	52
13	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กัน เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	53
14	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 ในระยะเวลาต่าง ๆ กันเมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	54
15	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อบ่มที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	55

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
16	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	56
17	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อบ่มที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	57
18	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของอาหารต่างกัน ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	59
19	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อความเป็นกรดด่างเริ่มต้นของอาหารต่างกันใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	60
20	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อความเป็นกรดเป็นด่างของอาหารต่างกัน ใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	61
21	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอนในปริมาณต่าง ๆ กัน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	62
22	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอนในปริมาณต่าง ๆ กัน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	63
23	กราฟแสดงแอคทิวิตีของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอนในปริมาณต่าง ๆ กัน โพลีเปปโตนเป็นแหล่งไนโตรเจน	64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
24	กราฟแสดงแอคทิวิตี้ของเอ็นไซม์เซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้โพสีเปปโตนและน้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจนในปริมาณไนโตรเจนต่าง ๆ กัน มีฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน	67
25	กราฟแสดงแอคทิวิตี้ของเอ็นไซม์คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้โพสีเปปโตนและน้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจนในปริมาณไนโตรเจนต่าง ๆ กัน มีฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน	68
26	กราฟแสดงแอคทิวิตี้ของเอ็นไซม์เบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10 เมื่อใช้โพสีเปปโตนและน้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจนในปริมาณไนโตรเจนต่าง ๆ กัน มีฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน	69
27	ภาพแสดงลักษณะเชื้อรา Aspergillus sp. ที่คัดเลือกได้	70
28	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราทั้งหมดของฟางข้าว (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก) ตลอดระยะเวลาหมัก 40 วัน เมื่อใส่เชื้อรา Aspergillus sp. และไม่ใส่เชื้อรา โดยมีแอมโมเนียมไนเตรท น้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจน.....	75
29	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อ Aspergillus sp. ที่ใส่ลงไป (โคโลนีต่อกรัมฟางข้าวหมัก) ของฟางข้าวตลอดระยะเวลาหมัก 40 วัน เมื่อมีแอมโมเนียมไนเตรท น้ำกากส่าเป็นแหล่งไนโตรเจน กับที่ไม่ใส่แหล่งไนโตรเจน	77
30	ภาพแสดงการหมักฟางข้าวในโหลหมัก เมื่อมีการเติมแอมโมเนียม-ไนเตรท น้ำกากส่า และเชื้อรา Aspergillus sp. เมื่อหมักฟางข้าวนาน 5 วัน	78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
31	ภาพแสดงชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากฟางข้าวผสมน้ำกากส่า เมื่อไม่มีการใส่เชื้อรา Aspergillus sp. (A) และมีการใส่เชื้อรา Aspergillus sp. (B) โดยใช้ Rose bengal agar เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าอัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนของเศษพืชชนิดต่าง ๆ	4
2	แสดงปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนของวัสดุบางชนิดที่สามารถนำมาเป็นแหล่งไนโตรเจนในการทำปุ๋ยหมัก	5
3	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนทางสถิติของฟางข้าวที่ใส่แหล่งไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ กัน ได้แก่ น้ำกากส่า แอมโมเนียมไนเตรท กากมันสำปะหลัง โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เมื่อหมักฟางข้าวนาน 128 วัน	32
4	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนทางสถิติของฟางข้าวที่ใส่น้ำกากส่าปริมาณต่าง ๆ กันคือ 4,500, 3,000, 1,500, 0 ภรัม โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เมื่อหมักฟางข้าว 110 วัน	35
5	แสดงความกว้างของบริเวณใสรอบโคโลนีของเชื้อราที่คัดเลือกได้ที่อุณหภูมิ 30, 45 องศาเซลเซียส	45
6	แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเอ็นไซม์เซลลูเลส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลส และเบตา-กลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้ที่ 30 องศาเซลเซียส	46
7	แสดงผลการใช้ฟางข้าว แอลฟาเซลลูโลส เป็นแหล่งคาร์บอนในการผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลส และเบตากลูโคซิเดสของเชื้อราที่คัดเลือกได้หมายเลข 10	47
8	แสดงผลการใช้แหล่งไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ กันในการผลิตเอ็นไซม์เซลลูเลส คาร์บอกซีเมทธิลเซลลูเลส และเบตากลูโคซิเดสของเชื้อราหมายเลข 10 เมื่อใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งคาร์บอน	65
9	แสดงอัตราส่วนการับอนต่อไนโตรเจนของฟางข้าวใส่น้ำกากส่าแอมโมเนียมไนเตรทและเชื้อรา Aspergillus sp. เมื่อหมักนาน 5, 10, 20, 25 และ 40 วัน	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

10 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของฟางข้าวใส่น้ำกากส่า แอมโมเนียมไนเตรท และเชื้อรา Aspergillus sp. โดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test เมื่อหมักฟางข้าวนาน 5, 10, 20, 25 และ 40 วัน 73