การเติบโตและสมบัติในการฟอกสีเยื่อกระดาษของสายพันธุ์เห็ดแครง

Schizophyllum commune Fr.

นางสาวจันทร์เกษม นรสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-170-685-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 20299680

GROWTH AND BLEACHING PROPERTY OF *Schizophyllum commune* Fr. ISOLATES

Miss Chankasem Norasing

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Biotechnology

Program of Biotechnology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-170-685-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเติบโตและสมบัติในการฟอกสีเยื่อกระดาษของสายพันธุ์เห็ดแครง *Schizophyllum commune* Fr.
โดย	นางสาวจันทร์เกษม นรสิงห์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หรรษา ปุณณะพยัคฆ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....รองคณบดีฝ่ายบริหาร

(รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์)

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ การเที่ยง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. หรรษา ปุณณะพยัคฆ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. พันธ์พิมพ์ วอนขอพร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า)

จันทร์เกษม นรสิงห์: การเติบโตและสมบัติในการฟอกสีเยื่อกระดาษของสายพันธุ์เห็ดแครง *S. commune* Fr. (GROWTH AND BLEACHING PROPERTY OF *Schizophyllum commune* Fr. ISOLATES) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. หรรษา ปุณณะพยัคฆ์, 95 หน้า. ISBN 974-170-685-5.

เห็ดแครง หรือ *Schizophyllum commune* Fr. เป็นเห็ดที่บริโภคได้ และมีคุณสมบัติเป็นเห็ดสมุนไพร ซึ่งยังไม่มีการเพาะจำหน่าย ชาวบ้านจะเก็บได้จากธรรมชาติ เมื่อนำเอาเห็ดแครง 7 สายพันธุ์ จากจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยมาทดสอบการเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการ พบว่าสามารถเจริญบนอาหาร Potato Dextrose Agar(PDA) ได้ดีในช่วง pH 6-7 ส่วนในอาหาร PDB จะให้เส้นใยเจริญเต็มที่ภายในช่วง 10-18 วัน เมื่อใช้ไม้หางนกยูง มะม่วง สะเดา และมะขามเป็นวัสดุในการเพาะ พบว่าค่าประสิทธิภาพในการใช้วัสดุเพาะที่ได้ คือ 10.65% 10.27% 8.39% และ 7.15% ตามลำดับ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี และพังงา ให้ค่าการทดสอบการผลิตเอนไซม์แลคเคสบนอาหาร PDA ที่มี 0.1% gallic acid ได้มากกว่าสายพันธุ์อื่น และ เปรียบเทียบค่าการสร้างเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ในอาหารสูตร production ที่มี 0.4 mM guaiacol และมีการเติมเยื่อยูคาลิปตัสที่ยังไม่ผ่านการฟอก 6.25 กรัม (น้ำหนักแห้ง) ทำการศึกษา pH ที่เหมาะสม 4 ระดับ คือ 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 ที่ภาวะอุณหภูมิ 25°C, 30°C, 35°C และ 40°C ตามลำดับ ในภาวะที่มีการเขย่า พบว่า ทั้งสายพันธุ์ปัตตานี และพังงามี pH เริ่มต้นที่เหมาะสมคือ 7.0 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับสายพันธุ์ปัตตานี คือ 35°C ให้ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนินเปอร์ออกซิเดสเท่ากับ 0.165 U/ml ส่วนสายพันธุ์พังงาคือ 40°C ให้ค่าแอคติวิตีเท่ากับ 0.149 U/ml เนื่องจากสายพันธุ์ปัตตานีให้ค่าเอนไซม์แอคติวิตีสูงกว่าจึงนำไปใช้ในการผลิตเอนไซม์และฟอกเยื่อใน อาหารสูตร production ที่เติมเยื่อที่ยังไม่ผ่านการฟอกที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35°C สภาวะนิ่ง นาน 15 วัน พบว่าให้ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส และแลคเคส เท่ากับ 0.192 0.009 และ 0.010 U/ml ตามลำดับ ให้ค่าคัปปานัมเบอร์ของเยื่อเท่ากับ 10.53 ค่าความขาวสว่างเท่ากับ 38.75%

ภาควิชา ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีชีวภาพ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา .....2544..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172244923 MAJOR: BIOTECHNOLOGY

KEY WORDS: *Schizophyllum commune* Fr./ Biological Efficiency/ *Delonix regia* (Boj.ex Hook) Raf/ *Mangifera indica* Linn/ *Azadirachta indica* A. Juss. Var Siamensis Valeton/ *Tamarindus indica* Linn/ Kappa number/ Brightness

CHANKASEM NORASING: GROWTH AND BLEACHING PROPERTY OF *Schizophyllum commune* Fr. ISOLATES. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. HUNSA PUNNAPAYAK, Ph.D., 95 pp. ISBN 974-170-685-5.

Schizophyllum commune Fr. is an edible mushroom with a herbal remedy. However, it is not commercially cultivated and normally is picked up from nature. We cultivated 7 strains *S. commune* collected from different provinces of Thailand. Under laboratory conditions using the Potato Dextrose Agar (PDA) medium, the suitable pH for growth was at pH 6-7. Growth in the PDB (Potato Dextrose Broth) medium gave the maximum hypha mass during 10-18 days. When using small branches of *Delonix regia* (Boj. ex Hook) Raf, *Mangifera indica* Linn, *Azadirachta indica* A. Juss. Var Siamensis Valeton, and *Tamarindus indica* Linn as the substrate for cultivation, the obtained biological efficiency (B.E.) values were 10.65%, 10.27%, 8.39%, and 7.15%, respectively. Moreover, *S. commune* Pattani and *S. commune* Pangna strains were able to produce laccase enzyme better than other strains. The production ability of lignin peroxidase was compared by growing each strain in production medium containing 0.4 mM guaiacol and 6.25 g of unbleached eucalyptus pulp (Kappa number 12.15, brightness 36.88%). The tested conditions were at pH of 4.0, 5.0, 6.0, and 7.0 and temperature of 25°C, 30°C, 35°C, and 40°C, under 150 rpm. Both strains prefered initial pH at 7.0. Pattani strain prefered temperature at 35°C and provided the activity of lignin peroxidase at 0.165 U/ml. Pangna strain prefered temperature at 40°C and provided the activity of lignin peroxidase at 0.149 U/ml. *S. commune* Pattani strain was selected for biobleaching in production medium at 7.0 with 25 g unbleached eucalyptus pulps, and was incubated at 35°C without shaking 15 days. Under this condition, it can provided the activity of Lignin peroxidase, manganese peroxidase and laccase at 0.192, 0.009, and 0.010 U/ml, respectively and give kappa number 10.53 and brightness 38.75% of the eucalyptus pulp.

Department ..... Student's signature.....

Field of study.....Biotechnology..... Advisor's signature .....

Academic year..... 2001..... Co-advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีโดยการอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. หรรษา ปุณณะพยัคฆ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำปรึกษาคำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง แด่ รองศาสตราจารย์ ดร. อรุณี จันทรสนิท ที่คอยให้คำปรึกษา ห่วงใย และสนับสนุนให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. พันธ์พิมพ์ วอนขอพร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณพันโทยงยุทธ ขจรวิทย์ และฟาร์มเห็ดขจรวิทย์ จ. ลพบุรี ที่ได้ให้ความรู้ในการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก

ขอขอบพระคุณอาจารย์จิตรตรา กาญจนประยุธ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และคอยให้กำลังในการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณคุณภาสินี ปิติพรชัย ที่ช่วยให้คำแนะนำ ปรึกษางานวิจัยและช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และ น้อง ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือสนับสนุนด้วยดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาพฤกษศาสตร์ ที่ได้อำนวยความสะดวกจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ

สุดท้าย ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ได้สนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา ทำให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สารบัญ

บทที่ หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญตารางผนวก..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

3. วิธีดำเนินการวิจัย..... 18

4. ผลการทดลอง..... 27

5. วิจารณ์ผลการทดลอง..... 54

6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 60

รายการอ้างอิง..... 63

ภาคผนวก..... 69

ประวัติผู้เขียน..... 95

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์กาญจนบุรีบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ..... 27

2 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์กรุงเทพฯ บนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ 28

3 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์เชียงรายบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ.....28

4 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานีบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ..... 29

5 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์พังงาบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ 29

6 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์ระยองบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ 30

7 การเจริญของเส้นใย *S. commune* สายพันธุ์ลพบุรีบนอาหาร PDA ที่ pH ต่าง ๆ 30

8 pH ที่เหมาะสมสำหรับ *S. commune* สายพันธุ์ต่าง ๆ 31

9 การเจริญของเชื้อ *S. commune* ทั้ง 7 สายพันธุ์ในอาหาร PDB เป็นระยะเวลา 22 วัน..... 35

10 แสดงวันที่และน้ำหนักเส้นใยแห้งสูงที่สุดของเชื้อ *S. commune* ในแต่ละสายพันธุ์.....36

11 แสดงน้ำหนักเห็ดสดและประสิทธิภาพในการใช้วัสดุเพาะของเห็ด..... 41
S.commune สายพันธุ์ลพบุรีบนไม้ชนิดต่าง ๆ ในระยะเวลา 20 วัน

12 อัตราส่วนของการเจริญเส้นใยต่อการเกิดวงสีน้ำตาลของเส้นใย *S. commune*.....42
สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เจริญบนอาหารทดสอบ

13 ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่อุณหภูมิ 40 °C.....45
ที่ระดับ pH ต่าง ๆ เมื่อฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานีและพังงา

14 ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส เมื่อฟอกด้วย *S. commune*..... 46
สายพันธุ์ปัตตานี และพังงาในอาหารสูตร production ที่ pH 7 ณ. อุณหภูมิต่าง ๆ

15 ค่าแอคติวิตี และ specific activity ของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....49
แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส และแลคเคส ที่ผลิตโดย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี
ที่ pH 7 อุณหภูมิ 35 °C สภาวะนิ่ง ณ. เวลาบ่มที่ระยะเวลาต่าง ๆ

16 ค่าคัปปานัมเบอร์และค่าความขาวสว่างเฉลี่ยของเยื่อที่ฟอกในระยะเวลาต่าง ๆ.....51
โดยเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35 °C

สารบัญตารางผนวก

ตาราง หน้า

1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 85
สายพันธุ์กาญจนบุรีอายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 85
สายพันธุ์กรุงเทพฯ อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 86
สายพันธุ์เชียงราย อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 86
สายพันธุ์ปัตตานี อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 87
สายพันธุ์พังงา อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 87
สายพันธุ์ระยอง อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 88
สายพันธุ์ลพบุรี อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของรัศมีเส้นใยของ *S. commune* 88
ทั้ง 7 สายพันธุ์ อายุ 6 วันที่เจริญบนอาหาร PDA ที่ระดับ pH ต่างๆ

9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าประสิทธิภาพในการใช้วัสดุเพาะ..... 89
ของ *S. commune* สายพันธุ์ลพบุรีบนไม้ชนิดต่างๆ 4 ชนิด

10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตวงสีน้ำตาลบนอาหาร 89
PDA+0.1% gallic acid ด้วย S. commune สายพันธุ์ต่างๆ 7 สายพันธุ์

11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส..... 90
ที่อุณหภูมิ 40° C ที่ระดับ pH ต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune*
สายพันธุ์ปัตตานี ในระยะเวลา 12 วัน

12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....90
ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune*
สายพันธุ์ปัตตานี ในระยะเวลา 12 วัน

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตาราง หน้า

13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....91
ที่อุณหภูมิ 40° C ที่ระดับ pH ต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune*
สายพันธุ์พังงา ในระยะเวลา 12 วัน

14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....91
ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิต่างๆ 4 ระดับ เมื่อฟอกด้วย *S. commune*
สายพันธุ์พังงา ในระยะเวลา 12 วัน

15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการผลิตของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....92
ที่ผลิตจาก *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานีที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิ 35° C
เปรียบเทียบกับ *S. commune* สายพันธุ์พังงา ที่ระดับ pH 7.0 อุณหภูมิ 40° C
ในระยะเวลา 12 วัน

16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส.....92
แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส และแลคเคส ที่ระยะเวลาต่างๆ ที่ผลิตจาก
S. commune สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35° C

17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส..... 93
ที่ผลิตโดย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production
ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35° C ในระยะเวลาฟอกต่างๆ

18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า specific activity ของเอนไซม์.....93
ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่ผลิตโดย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี
ในอาหารสูตร production ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35° C ในระยะเวลาต่างๆ

19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคัปปานัมเบอร์เฉลี่ยของเยื่อ.....94
ที่ฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production
ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35° C ในระยะเวลาฟอกต่างๆ

20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความขาวสว่างเฉลี่ยของเยื่อ.....94
ที่ผ่านการฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ในอาหารสูตร production
ที่ pH 7.0 อุณหภูมิ 35° C ในระยะเวลาต่างๆ

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 เห็ดแครงที่เจริญในธรรมชาติ..... 6

2 โครงสร้างทางเคมีของ Schizophyllan..... 7

3 ผลิตภัณฑ์ Beta glucan..... 8

4 Precursor ที่ใช้ในการสังเคราะห์ลิกนิน ได้แก่ p-coumaryl alcohol.....10
coniferyl alcohol sinapyl alcohol (Tuor และคณะ, 1995)

5 โครงสร้างของลิกนิน..... 10

6 ลักษณะการเข้าทำลายโมเลกุลของลิกนินด้วยเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส..... 11
(Carlile and Watkinson, 1994)

7 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสลายลิกนิน..... 12

8 กลไกปฏิกิริยาของเอนไซม์แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส..... 13
(Heinzkill และ Messner, 1997)

9 แสดงกลไกของเอนไซม์แลคเคสในการทำปฏิกิริยากับสารประกอบลิกนิน..... 13

10 รูปแบบจำลองแสดงผนังเซลล์และองค์ประกอบของเส้นใย..... 14

11 เครื่องวัดความขาวสว่าง Elrepho 2000 (ISO 2469)..... 26

12 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยบนอาหาร PDA ณ. วันที่ ที่ระดับ pH ต่าง ๆ 31

13 โคโลนีของ *S. commune* สายพันธุ์ต่าง ๆ และเส้นใยภายใต้กล้องจุลทรรศน์..... 32

14 โคโลนีของ *S. commune* แต่ละสายพันธุ์ อายุ 7 วันบนอาหาร PDA..... 34

15 การเจริญของเชื้อ *S. commune* ทั้ง 7 สายพันธุ์ในอาหาร PDB ที่ระยะเวลาต่าง ๆ 36

16 เส้นใย *S. commune* ที่เจริญบนกิ่งไม้ บ่มนาน 10 วัน.....37

17 ดอกเห็ดที่บานในโรงเปิดดอก..... 38

18 ดอกเห็ดแครงที่เจริญบนกิ่งไม้มะขาม..... 39

19 ดอกเห็ดแครงที่เจริญบนกิ่งไม้มะม่วง..... 39

20 ดอกเห็ดแครงที่เจริญบนกิ่งไม้สะเดา..... 39

21 ดอกเห็ดแครงที่เจริญบนกิ่งไม้หางนกยูง..... 39

22 ดอกเห็ดที่เก็บได้จากการเพาะบนกิ่งไม้มะขาม..... 40

23 ดอกเห็ดที่เก็บได้จากการเพาะบนกิ่งไม้มะม่วง..... 40

24 ดอกเห็ดที่เก็บได้จากการเพาะบนกิ่งไม้สะเดา..... 40

25 ดอกเห็ดที่เก็บได้จากการเพาะบนกิ่งไม้หางนกยูง..... 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ หน้า

26 ผลการทดสอบการผลิตเอนไซม์แลคเคสของ *S. commune* แต่ละสายพันธุ์.....43
บนอาหาร PDA + 0.1% gallic acid ด้านหน้าและด้านหลัง
27 การฟอกเยื่อด้วย *S. commune* อายุ 12 วัน แบบภาวะเขย่า.....46
28 หัวเชื้อ *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี อายุ 18 วัน สำหรับฟอกเยื่อกระดาษ.....47
29 การฟอกเยื่อด้วย *S. commune* อายุ 15 วัน ในสภาวะนิ่ง.....48
30 ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส ที่สร้างโดยเชื้อ *S. commune*..... 49
สายพันธุ์ปัตตานี ที่ pH 7 ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35 °C
ระยะเวลาฟอกต่าง ๆ
31 ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ลิกนิน เปอร์ออกซิเดส แมงกานีส เปอร์ออกซิเดส..... 50
และแลคเคส ที่ผลิตโดย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานี ที่ pH 7 ในอาหารสูตร
สูตร production ที่อุณหภูมิ 35 °C ระยะเวลาฟอกต่าง ๆ
32 ค่าความขาวสว่างของเชื้อที่ผ่านการฟอกด้วยเชื้อรา *S. commune* สายพันธุ์ ปัตตานี.....52
ที่ pH 7 ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35 °C ระยะเวลาฟอกต่าง ๆ
33 ค่าคัปปานัมเบอร์ของเชื้อที่ผ่านการฟอกด้วยเชื้อรา *S. commune* สายพันธุ์ ปัตตานี.....52
ที่ pH 7 ในอาหารสูตร production ที่อุณหภูมิ 35 °C ระยะเวลาฟอกต่าง ๆ
34 แผ่น hand sheet ที่ผ่านการฟอกด้วย *S. commune* สายพันธุ์ปัตตานีในอาหารสูตร.....53
production ในระยะเวลาบ่มต่างกัน