ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190789

การป้องกันการเสียสภาพหลังการเก็บเกี่ยวจากเนื้อราที่ปนเปื้อนในเห็ดขอนขาวและเห็ดนางรมฮอยโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์

สราวุฒิ นึ่งขีขา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
กันยายน 2554

b00256296

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
190789

การป้องกันการเสียสภาพหลังการเก็บเกี่ยวจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอยโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์

ศราวุฒิ ปิงเขียว

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
กันยายน 2554

การป้องกันการเสียสภาพหลังการเก็บเกี่ยวจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอยโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์

ศราวุฒิ ปิงเขียว

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ชูเกียรติโรจน์

..... กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ อาร์คีโร

..... กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

.....
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด

23 กันยายน 2554

© ลิขสิทธิ์ของ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ รวมถึงการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอนงค์ อาร์คีโร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ชูเกียรติโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มรกต สุกโชติรัตน์ ดร.สุธีรา ทองกันทา ดร.ศุลิเชษฐ์ ทองกล่ำ ที่กรุณาให้คำปรึกษาข้อสงสัยต่างๆและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ ขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่านที่ได้เสริมสร้างความรู้ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เขียน

กราบขอบพระคุณ ดร.สุริยา สาสนรักกิจ คุณสาวิตรี วีรเสถียร และคุณสมศักดิ์ ศรีมณี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนและให้ความความช่วยเหลืออนุญาตให้ใช้ ศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาวดอยปุย เป็นสถานที่ส่วนหนึ่งในการทำการวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่จัดจำแนกเชื้อจุลินทรีย์บางส่วนในงานวิจัย

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้อุดหนุนทุนบางส่วนในงานวิจัย และโครงการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้การสนับสนุนค่าใช้จ่าย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ในงานวิจัย ขอบคุณเพื่อน พี่ และน้อง ในภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทุกท่านที่ช่วยงานวิจัยและให้กำลังใจอย่างมากมาย

ท้ายที่สุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณคุณยาย คุณแม่ และคุณพ่อ ที่สนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนตลอดการศึกษาและวิจัยด้วยดีตลอดมา

ศราวุฒิ ปิงเขียว

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การป้องกันการเสียสภาพหลังการเก็บเกี่ยวจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอยโดยใช้แคลเซียมคลอไรด์

ผู้เขียน นายศราวุฒิ ปิงเขียว

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุราภรณ์ สอาดสุด

บทคัดย่อ

190789

เห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอยเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีความต้องการทางการตลาดค่อนข้างสูง เนื่องจากผู้บริโภคให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น แต่ปัญหาหนึ่งที่พบหลังการเก็บเกี่ยวคือเห็ดที่วางจำหน่ายมีอายุสั้น ซึ่งสาเหตุหนึ่งเกิดมาจากเชื้อราที่เข้าปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดทำให้เกิดการเน่าเสีย จากการสำรวจจุลินทรีย์ปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้น 1,360 ขวด หัวเชื้อข้าวฟ่าง 6,120 ขวด หัวเชื้อขี้เลื่อย 4,140 ขวด และก้อนเชื้อขี้เลื่อย 27,600 ก้อน จำนวน 30, 30, 30 และ 60 ไอโซเลท ตามลำดับ เมื่อนำมาตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาสามารถจัดจำแนกได้ทั้งหมด 7 สกุล ซึ่งได้แก่ *Aspergillus fumigatus* 22 ไอโซเลท *Aspergillus sclerotiorum* 6 ไอโซเลท *Aspergillus* sp. 5 ไอโซเลท *Botryodiplodia* sp. 5 ไอโซเลท *Monilia* sp. 35 ไอโซเลท *Penicillium* sp. 46 ไอโซเลท *P. citrinum* 6 ไอโซเลท *Rhizopus stolonifer* 12 ไอโซเลท *Trichoderma virens* 7 ไอโซเลท และ *Trichoderma atroviride* 6 ไอโซเลท

การสำรวจความเสียหายจากเชื้อราปนเปื้อนในแต่ละเดือนของก้อนเชื้อขี้เลื่อยระยะบ่มเส้นใยเป็นเวลา 9 เดือน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - ตุลาคม พ.ศ. 2551 จำนวนทั้งสิ้น 27,600 ก้อน พบก้อนเชื้อมีการปนเปื้อน 7,655 ก้อน และความเสียหายเกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ คิดเป็นร้อยละ 59 และน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม คิดเป็นร้อยละ 12 และเชื้อสาเหตุที่พบ ได้แก่ *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma* และ *Monilia* ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 47, 38, 7, 4 และ 3 ของปริมาณเชื้อปนเปื้อนทั้งหมดตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบระดับความต้านทานของเชื้อเห็ด

190789

ยานางิและเชื้อเห็ดนางรมดอยต่อเชื้อปนเปื้อนชนิดต่างๆ ด้วยวิธี Dual Culture พบว่าบนหัวเชื้อวุ้นเชื้อเห็ดทั้งสองชนิดถูกรุกราน 60-90% ส่วนบนหัวเชื้อข้าวฟ่างถูกรุกราน 30-60% และก้อนขี้เลื่อยถูกรุกราน 10-30%

จากการศึกษาผลของการปนเปื้อนต่อการให้ผลผลิต โดยก้อนเชื้อขี้เลื่อยเห็ดนางรมดอยมาทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* ไอโซเลท AG2 และฉีดพ่นผลผลิตด้วย $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้น 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% และ2.5% ในระยะสร้างดอก 1, 2 และ 3 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยวทำความสะอาดและแยกขนาดดอกเห็ดเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ บรรจุเห็ดทั้ง 3 ขนาด ลงในกล่องพลาสติกใสแล้วหุ้มด้วยแผ่นฟิล์มโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) เก็บเห็ดนางรมดอยไว้ที่อุณหภูมิ 4, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4, 8 และ 12 วัน พบว่าการฉีดพ่นผลผลิตระยะ 1 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยว ให้น้ำหนักมากที่สุดที่ความเข้มข้นต่างๆได้น้ำหนัก 37.7g, 37.0g, 35.5g, 29.6g และ 29.3g ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น $CaCl_2$ 2.5% ให้ผลดีที่สุดที่อายุการเก็บรักษา 4, 8 และ 12 วัน 4 องศาเซลเซียส ค่าความแน่นเนื้อ 42, 38 และ 37 นิวตัน ตามลำดับ ค่าความสว่าง 82, 81 และ 81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นสามารถใช้ระยะฉีดพ่น 3 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 2.5% เพราะสามารถป้องกันการเน่าเสียได้

Thesis Title	Prevention of Postharvest Decay Caused by Contaminated Fungi in Yanagi Mushroom (*Agrocybe cylindracea* (Dc. ex Fr.) Maire.) and Blue-Oyster Mushroom (*Pleurotus columbinus* Quel.) Using Calcium Chloride
Author	Mr. Sarawoot Pingkeaw
Degree	Master of Science (Biology)
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Uraporn Sardsud

ABSTRACT

190789

Agrocybe cylindracea (Dc. ex Fr.) Maire. and *Pleurotus columbinus* Quel. are the comercial mushroom in Thailand. One of the most serious problems in those mushrooms is the fungal contamination in the production process that may cause a short shelf life after harvest. Contamination of PDA spawn 1,360 bottles, sorghum spawn 6,120 bottles, sawdust spawn 4,140 bottles and mushroom bag 27,600 bags were investigated. The results shown the mold contaminated 30, 30, 30, and 60 isolates respectively. Morphological study was used to identify the isolates that belong to 7 genera including *Aspergillus fumigatus* 22 isolate, *Aspergillus sclerotiorum* 6 isolate, *Aspergillus* sp. 5 isolate, *Botryodiplodia* sp. 5 isolate, *Monilia* sp. 35 isolate, *Penicillium* sp. 46 isolate, *P. citrinum* 6 isolate, *Rhizopus stolonifer* 12 isolate, *Trichoderma atrovirid* 7 isolate and *Trichoderma virens* 6 isolate.

The contaminated of sawdust spawn during February - October 2007 (9 months) in total 27,600 bags. Seven thousand six hundred and fiftyfive bag were contaminated, mostly in February 59% and least in October 12 %. The causing contaminants were including *Aspergillus* 47%, *Penicillium* 38%, *Rhizopus* 7%, *Trichoderma* 4% and *Monilia* 3%. The growth rates of mushroom culture versus the contaminant culture in PDA medium, sorghum, and sawdust were also studied.

190789

The attack level of mushroom culture versus contaminant culture grown on PDA was 60-90%, while those of sorghum was 60-75% and sawdust was 10-30%

The analysis of contaminate on the produced by inoculate the compost with *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 and used Calcium chloride at 0%, 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0% and 2.5% concentrate was sprayed on young fruiting body 1, 2 and 3 days before harvest. At harvest, three size of mushroom fruiting bodies i.e. small, medium and large were selected, cleaned and placed in transparent plastic boxes wrapped with polyvinyl chloride (PVC) and incubated at 4, 10 and 15°C for 4, 8 and 12 days to lightness and firmness analysis. The results came out that the produced that the most weight was spayed on 1 day after fruiting body at all concentrate have 37.7g, 37.0g, 35.5g, 29.6g and 29.3g respectively. The results showed that firmness of *Pleurotus ostreatus* cv. "Doi" were good with the prevention of decay caused by spayed 2.5% Calcium chloride on 1 day after fruiting body and the most incubated at 4 °C for 4,8 and 12 day at 42, 38 and 37 respectively. Therefore, spraying with 2.5% Calcium chloride on 3 day after fruiting body initiation slow down the decreasing of decay.

สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบาญ	ซ
สารบาญตาราง	ญ
สารบาญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการวิจัย	39
บทที่ 5 อภิปรายผลการวิจัย	63
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	68
เอกสารอ้างอิง	71
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก เทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อราบนแผ่นสไลด์ (Slide culture technic) และการ mount เชื้อราด้วยสี Methylene blue	79
ภาคผนวก ข การแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์	82
ภาคผนวก ค การเตรียมอาหาร Potato Dextrose Agar	83
ภาคผนวก ง การผลิตหัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืช	84
ภาคผนวก จ การทำหัวเชื้อขี้เลื่อยและก้อนเชื้อเห็ด	85
ภาคผนวก ฉ เทคนิคการปลูกเชื้อ	86
ภาคผนวก ช การบ่มเชื้อและการเปิดดอก	88
ภาคผนวก ซ Calcium chloride	90
ภาคผนวก ฌ การใช้งานเครื่องวัดสี	99

ภาคผนวก ญ การใช้งานเครื่องวัดความแน่นเนื้อ 100
ภาคผนวก ฎ วัสดุที่ได้รับความเสียหาย 101
ภาคผนวก ฏ การจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อปนเปื้อน 102
ภาคผนวก ฐ ค่าความแน่นเนื้อและค่าความสว่าง 106
ประวัติผู้เขียน 108

สารบาญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ปริมาณการผลิตเห็ดและมูลค่าของเห็ดบางชนิดของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2552	4
2.2 เชื้อราปนเปื้อนที่แยกได้จากหัวเชื้ออาหารวุ้น และหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่าง	14
3.1 จำนวนวัสดุแต่ละชนิดที่การสำรวจในกระบวนการผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอย	28
3.2 การวัดขนาดดอกเห็ด	36
4.1 จำนวนวัสดุจากการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ - ตุลาคม 2551 (9 เดือน)	39
4.2 ร้อยละความเสียหายจากเชื้อปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิตเห็ดเป็นเวลา 9 เดือน	40
4.3 ลักษณะของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอย	42
4.4 จำนวน isolate จากการจัดจำแนกชนิดของเชื้อปนเปื้อนในแต่ละขั้นตอนการผลิตเห็ด	45
4.5 ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อราปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเห็ด	46
4.6 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนหัวเชื้อวุ้นในจานเพาะเชื้อ ขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร	47
4.7 ร้อยละการเจริญของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่าง	48
4.8 ร้อยละการเจริญของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อขี้เลื่อยเฉลี่ยจากชนิดเชื้อละ 6 ซ้ำ	50
4.9 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นเห็ดยานางิ (A) และเห็ดนางรมดอย (P)	52
4.10 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดยานางิ (A) และเห็ดนางรมดอย (P)	53
4.11 ผลของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อขี้เลื่อยเห็ดยานางิ (A) และเห็ดนางรมดอย (P)	56
4.12 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของช่อดอกเห็ดนางรมดอย (กรัม/ช่อดอก) ระยะเก็บเกี่ยวจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 ในระยะเส้นใยหลังการฉีดพ่นด้วย $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ผลผลิตรุ่นแรก)	58
4.13 น้ำหนักของดอกเห็ดนางรมดอยระยะเก็บเกี่ยวจากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วย*Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย $CaCl_2$ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ระยะ 1 วันก่อนการเก็บเกี่ยว (ผลผลิตรุ่นแรก)	59

4.14 ค่าความแน่นเนื้อและความสว่างของดอกเห็ดนางรมดอยที่อายุการเก็บรักษา และอุณหภูมิต่างๆ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ขนาด จากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย $CaCl_2$ 2.5% ระยะ 1 วันก่อนการเก็บเกี่ยว เทียบกับชุดควบคุม 62

7.1 จำนวนวัสดุที่ได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตเห็ด 101

7.2 ร้อยละของวัสดุที่ได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิตเห็ด 101

7.3 ผลการจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้น 102

7.4 ผลการจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่าง 103

7.5 ผลการจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อปนเปื้อนในหัวเชื้อขี้เลื่อย 104

7.6 ผลการจัดจำแนกชนิดและปริมาณของเชื้อปนเปื้อนในก้อนเชื้อ 105

7.7 ค่าความแน่นเนื้อและความสว่างของดอกเห็ดนางรมดอยที่อายุการเก็บรักษา และอุณหภูมิต่างๆ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ขนาด จากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย $CaCl_2$ 2.5% ระยะ 2 วันก่อนการเก็บเกี่ยว เทียบกับชุดควบคุม 106

7.8 ค่าความแน่นเนื้อและความสว่างของดอกเห็ดนางรมดอยที่อายุการเก็บรักษา และอุณหภูมิต่างๆ โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ขนาด จากก้อนเชื้อที่ถูกทำให้ปนเปื้อนด้วยเชื้อ *Aspergillus fumigatus* isolate AG2 หลังการฉีดพ่นด้วย $CaCl_2$ 2.5% ระยะ 3 วันก่อนการเก็บเกี่ยวเทียบกับชุดควบคุม 107

สารบาญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ลักษณะของช่อดอกเห็ดยานางิ	5
2.2 ลักษณะของช่อดอกเห็ดนางรมดอย	8
2.3 วงชีวิตของเห็ดนางรมดอย	9
2.4 การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตเห็ด	15
3.1 อาหารเลี้ยงหัวเชื้อวุ้น Potato Dextrose Agar	25
3.2 อาหารเลี้ยงหัวเชื้อข้าวฟ่าง ภายในขวดแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 cm	26
3.3 อาหารเลี้ยงหัวเชื้อขี้เลื่อยและก้อนเชื้อวัสดุเพาะ	27
3.4 ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในวัสดุผลิตเห็ดยานางิและเห็ดนางรมดอย	30
3.5 การทดสอบด้วยวิธี Dual Culture ในหัวเชื้อวุ้น	33
3.6 การทดสอบด้วยวิธี Dual Culture ในหัวเชื้อข้าวฟ่าง	34
3.7 การทดสอบด้วยวิธี Dual Culture ในหัวเชื้อขี้เลื่อย	34
3.8 ก้อนเชื้อเห็ดนางรมดอย และปลูกด้วยเชื้อรา *Aspergillus fumigatus* ด้วยวิธี point inoculation	35
3.9 การบรรจุดอกเห็ด	36
3.10 เครื่องวัดสี (Color meter “Hunterlab” รุ่น Color Quest XE)	37
3.11 เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Texture analyser รุ่น TA-Xii / 50)	38
4.1 ร้อยละของจำนวนวัสดุที่ได้รับความเสียหายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิตเห็ด	40
4.2 ลักษณะของเชื้อราปนเปื้อน	43
4.3 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นบนจานเพาะเชื้อขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร	47
4.4 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวดขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร	49
4.5 ตัวอย่างลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวดขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร	51

4.6 ลักษณะการรุกรานของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อวุ้นภายในจานเพาะเชื้อ ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 เซนติเมตร 53
4.7 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อข้าวฟ่างภายในขวด ขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร 55
4.8 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อราปนเปื้อนในหัวเชื้อขี้เลื่อยภายในขวด ขนาดความยาวเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 เซนติเมตร 57
4.9 ตัวอย่างของช่อดอกเห็ดนางรมดอยในแต่ละกรรมวิธีที่ระยะเก็บเกี่ยว 60
4.10 ตัวอย่างของดอกเห็ดนางรมดอยที่อายุการเก็บรักษา 12 วันอุณหภูมิ 4 °C 61