สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาอัตราการอยู่รอดของเส้นใยเห็ดที่กินได้ภายใต้การเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวเป็นเวลา 4 ปี

นางสาวณัฐพร อิ่มสดชื่น

นางสาวณฐอร เดชปรีชาพล

วพ.
ณ321ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72613
วัน,เดือน,ปี 20 มิ.ย. 2550

b 11170028
i.....

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Survival of Edible Mushroom Mycelia under 4 Years Storage in Liquid Nitrogen

Nutthaporn Imsodchuen

Nataorn Dechprechapol

A Special Project Submitted in Partial of the Requirement for the Degree of

Bachelor of Science, Department of Applied Biology

Faculty of Science

King Monkut's Institue of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การศึกษาอัตราการอยู่รอดของเส้นใยเห็ดที่กินได้ภายใต้การเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวเป็นเวลา 4 ปี
นักศึกษา	นางสาวณัฐพร อิ่มสดชื่น รหัสนักศึกษา 46050118
	นางสาวณฐอร เดชปรีชาพล รหัสนักศึกษา 46050153
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. พรรณี ฐิตาภิชิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	รศ. สุขใจ ชูจันทร์	
กรรมการ	รศ.ดร. พรรณี ฐิตาภิชิต	
กรรมการ	ผศ. อารี ฤทธิบูรณ์	

.....

(รศ.ดร. นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ	การศึกษาอัตราการอยู่รอดของเส้นใยเห็ดที่กินได้ภายใต้การเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวเป็นเวลา 4 ปี
นักศึกษา	นางสาวณัฐพร อิ่มสดชื่น รหัสนักศึกษา 46050118
	นางสาวณฐอร เดชปรีชาพล รหัสนักศึกษา 46050153
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. พรรณี ฐิตาภิชิต

บทคัดย่อ

จากการนำเส้นใยของสายพันธุ์เห็ด 5 ชนิด คือ เห็ดแครง เห็ดขอนขาว เห็ดหูหนู เห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดนางรมฮังการี ที่ได้เลี้ยงอยู่ในหลอดพลาสติกทนความเย็นสูง (cryo-tube) ที่มีการเติมและไม่เติม สารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ (cryo-protectant) 2 ชนิด คือ dimethylsulfoxide (DMSO) และ glycerol ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งคือ -20, -80 และ -196 องศาเซลเซียสในถังไนโตรเจนเหลว เป็นเวลา 4 ปี พบว่าเมื่อนำเชื้อพันธุ์ออกมาฟื้นความมีชีวิตด้วยการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และทดสอบความมีชีวิตรอดและความแข็งแรง โดยวัดอัตราการเจริญของเส้นใยบนอาหารพีดีเอ ได้ข้อมูลว่า เชื้อพันธุ์เห็ดทุกชนิดในทุกการทดลอง ที่เก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งเป็นระยะเวลา 4 ปีนั้น ไม่ถูกกระทบในด้านการมีชีวิตรอด และความแข็งแรง โดยเส้นใยยังเจริญได้เป็นปกติ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นเห็ดนางฟ้าภูฏานบางการทดลองได้ตายลง ซึ่งสาเหตุเกิดจากเก็บไว้ในถังไนโตรเจนเหลวเป็นระยะเวลานานจึงอาจทำให้เส้นใยของเห็ดเกิดความเสียหาย จนไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project title : Survival of Edible Mushroom Mycelia under 4 Years Storage in Liquid Nitrogen

Student : Miss.Nutthaporn Imsodchuen 46050118
Miss.Nataorn Dechprechapol 46050153

Degree : Bachelor of Science

Programme : Biotechnology

Year : 2006

Project Advisor : Associate Professor Dr. Pannee Dhitaphichit

Abstract

From the studies of the mycelial survival of 5 species of mushrooms, i.e. *Schizophyllum commune, Lentinus squarrosulus, Auricularia auricula, Pleurotus sp.*variety Bhutan and *Pleurotus sp.*variety Hangary storing on cryo-tubes with and without supplementation of 10% of dimethylsulfoxide (DMSO) and glycerol at -20, -80 and -196 °C in liquid nitrogen for 4 years before taking them out from their storage and culturing on PDA plates after being sudden heated in a 30 °C water-baht found that the viability and vigor of the mycelia were not affected by the 4-year storage except for some treatments of *Pleurotus sp.*variety Bhutan that the mycelia were dead which could due to the long term storage in liquid nitrogen which had damaged the mycelia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร. พรรณี ฐิดาภิชิต อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนคอยติดตามจนโครงงานชิ้นนี้สำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์อัญชลี เชียงกูล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา รวมทั้งจัดหาเชื้อพันธุ์เห็ดในการปฏิบัติการโครงงานนี้และพี่แมว พี่จิ๋มที่ช่วยดูแล สอนวิธีการและเทคนิคต่างๆในการปฏิบัติงานจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุขใจ ชูจันทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์อารี ฤทธิบูรณ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเพื่อควบคุมการสอบโครงงานนี้ ตลอดจนให้ความดูแลและคอยติดตามรวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องจนโครงงานสำเร็จได้ด้วยความเรียบร้อย

ขอกราบขอพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง ตลอดจนให้กำลังใจและตักเตือนให้มีสติตลอดเวลา

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆปริญญาโททุกคนที่อยู่ในห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆและให้กำลังใจในการทำโครงงาน

ณัฐพร อิ่มสดชื่น
ณฐอร เดชปรีชาพล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตโครงงานพิเศษ	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphology characteristic) ของเห็ด	4
2.1.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอก (macroscopic characteristic) ของเห็ด	4
2.1.2 ลักษณะโครงสร้างภายใน (microscopic characteristic) ของเห็ด	8
2.2 เห็ดขอนขาว	9
2.2.1 ชีววิทยาของเห็ดขอนขาว	9
2.3 เห็ดหูหนู	10
2.3.1 ชนิดของเห็ดหูหนู	11
2.3.2 ชีววิทยาของเห็ดหูหนู	11
2.3.3 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู	12
2.3.4 คุณค่าทางอาหาร	12
2.4 เห็ดนางฟ้าภูฏาน	14
2.4.1 ชีววิทยาของเห็ดนางฟ้า	15
2.4.2 คุณค่าทางอาหาร	15
2.5 เห็ดนางรมฮังการี	16
2.5.1 ชีววิทยาของเห็ดนางรมฮังการี	17
2.5.2 ชนิตของเห็ดนางรม	17
2.5.3 วงจรชีวิตของเห็ดนางรม	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

2.5.4 คุณค่าทางอาหาร 18

2.6 เห็ดแครง 20

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด 21

2.7.1 วัสดุที่ใช้เพาะ 21

2.7.2 อาหาร 21

2.7.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง 22

2.7.4 อากาศ 22

2.7.5 อุณหภูมิ 22

2.7.6 ความชื้น 23

2.7.7 แสง 22

2.7.8 แรงดึงดูดของโลก 23

2.7.9 ปัญหาจากโรคและแมลง หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ 23

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย 25

3.1 สายพันธุ์เห็ด 25

3.2 สารเคมี และวัสดุอุปกรณ์ 25

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย 26

3.3.1 ขั้นตอนที่ 1 26

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 26

บทที่ 4 ผลการทดลอง 28

4.1 ผลการศึกษาความอยู่รอด (viability) ของเส้นใยเห็ดที่ได้เก็บรักษาไว้ตามกรรมวิธีการวิจัยขั้นตอนที่ 1-2 เป็นเวลา 4 ปี 28

4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ด 34

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 36

เอกสารอ้างอิง 38

ภาคผนวก ก 40

ภาคผนวก ข 41

ภาคผนวก ค 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี	29
2	การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี	31
3	การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี	33
4	ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ดชนิดต่างๆตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเส้นใยเจริญจนเต็มจานเพาะเลี้ยงเชื้อ โดยนับเป็นจำนวนวันในการเจริญ	35
ข1	การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	41
ข2	การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	42
ข3	การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	43
ข4	การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	44
ข5	การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	45
ข6	การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	46
ข7	การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	47
ข8	การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	48
ข9	การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ข10 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 50

ข11 การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 51

ข12 การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 52

ข13 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 53

ข14 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 54

ข15 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี 55

ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาว ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 56

ค2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 56

ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครง ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 57

ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 57

ค5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 58

ค6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 58

ค7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 59

ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาว ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 60

ค10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 60

ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครง ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 61

ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 61

ค13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 62

ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 62

ค15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 63

ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 63

ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาว ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 64

ค18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 64

ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครง ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ค20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 65

ค21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 66

ค22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 66

ค23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 67

ค24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 67

ค25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 68

ค26 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด (บัญญัติ, 2532)	4
2	รูปร่างของหมวกเห็ด (cap shapes) (Kibby, 1979)	5
3	ลักษณะของขอบดอกที่เชื่อมติดกับก้านดอก (Kibby, 1979)	5
4	ส่วนประกอบของเห็ดขนาดเป็นดอกอ่อนจนกระทั่งบาน (Oei, 1991)	6
5	ลักษณะของวงแหวนหรือม่าน (ring หรือ annulus) (Kibby, 1979)	7
6	ลักษณะโคน (base หรือ bulb) และเปลือกหุ้ม (volva) (Kibby, 1979)	7
7	เห็ดขอนขาว (วสันณ์, 2543)	9
8	เห็ดหูหนู ที่ขึ้นตามธรรมชาติ (Kuo, 2002)	10
9	เห็ดหูหนู ที่เพาะในโรงเรือน (ดีพร้อม, 2524)	10
10	วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู (Alexopoulos and Mims, 1979)	13
11	ดอกเห็ดภูฏาน ดอกเห็ดนางฟ้า ดอกเห็ดนางรม ตามลำดับ (ดำเกิง, 2546)	14
12	เห็ดนางรม (ปรีชา, 2546)	16
13	ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม ซึ่งเป็นแบบ heterothallic life cycle (ปัญญา, 2538)	19
14	เห็ดแครง (นิรนาม, 2548)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงานพิเศษ

เห็ด(mushroom) เป็นจุลินทรีย์ที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่าเห็ดรา(fungi) ซึ่งประกอบไปด้วย เชื้อรา(mold) ยีสต์(yeast) และเห็ด โดยทั่วไปมักถูกจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ตามวิธีการสร้างสปอร์ แบบอาศัยเพศ ได้แก่ กลุ่มแรก แอสโคไมซิทิส(Ascomycetes) และอีกกลุ่มคือ เบซิดิโอไมซิทิส(Basidiomycetes) (Hawksworth, 1995)

เห็ดเกิดชุกชุมตามธรรมชาติในฤดูฝน ตามป่า ทุ่งนา ทุ่งหญ้า พื้นดิน ต้นไม้ ขอนไม้ ส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ตามอินทรียวัตถุ เช่น กองปุ๋ยหมัก มูลสัตว์ พืชที่ตายแล้ว ทำให้เกิดการผุเปื่อยของอินทรีวัตถุเหล่านั้น เช่น เห็ดฟาง บางชนิดเป็นพืชเบียนของต้นไม้ บางชนิดเกิดขึ้นในจอมปลวก เช่น เห็ดโคน บางชนิดเป็นประโยชน์ต่อพืชเมื่ออยู่รวมกัน โดยเห็ดช่วยให้พืชสามารถใช้แร่ธาตุในดินได้ดีขึ้น ส่วนพืชให้อาหาร ที่อยู่อาศัยและความชื้น เช่น เห็ดตับเต่า

ลักษณะวิสัยของเห็ดแต่ละชนิดแตกต่างกัน บ้างเกิดเป็นดอกเดี่ยว เป็นกลุ่มใหญ่ เป็นกลุ่มโคนชิดกัน หรือกระจายเป็นวงกลม บางชนิดซ้อนกันเป็นชั้น หรือซ้อนกันเป็นเนื้อเดียวกัน ชนิดหลังนี้อาจเกิดติดต่อกันหลายปีทำให้ดอกใหญ่ขึ้นทุกปี และไม่ผุเน่าเปื่อยไปเหมือนเห็ดชนิดอื่น ดังนั้นเห็ดจึงมีทั้งชนิดเน่าเร็วอยู่ได้ไม่นานและชนิดอยู่ได้หลายปี

เห็ดแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามการใช้ประโยชน์ คือ เห็ดกินได้ (edible mushroom) และเห็ดมีพิษ (poisonous mushroom หรือ toadstool) เห็ดที่กินได้มีหลายชนิด เช่น เห็ดหอม เห็ดฟาง มีรสและกลิ่นหอม บางชนิดมีกลิ่นเหม็น เช่น เห็ดร่างแห บางชนิดมีรสขม เช่น เห็ดเสม็ด บางชนิดมีรสเผ็ดชา เช่น เห็ดขิง เห็ดข่า เห็ดที่มีพิษมีหลายชนิด บางชนิดมีพิษร้ายแรงถึงตาย เช่น เห็ดระโงกหิน บางชนิดมีพิษทำให้เกิดอาการมึนเมาและอาเจียน เช่น เห็ดหัวกรวดครีบเขียวอ่อน บางชนิดถ้ากินเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดภาพหลอนคล้ายเสพยาเสพย์ติด เห็ดชนิดนี้เรียก เห็ดโอสถลวงจิต (hallucinogenic mushroom) หรือเห็ดขี้ควาย (อสท., 2545)

เห็ดที่กินได้ส่วนมากมีเนื้ออ่อนนุ่มหรือกรอบกรุบน่ากิน จัดเป็นอาหารที่มีคุณค่าท่าเทียมกับผักดอกเห็ดมีน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 90 นอกนั้นเป็นโปรตีน ไขมัน เกลือแร่ และวิตามิน ซึ่งมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 มากกว่าชนิดอื่นๆ ยกเว้นเห็ดที่มีสีเหลืองซึ่งมีวิตามินเอมาก เห็ดจัดว่าเป็นอาหารที่ย่อยยาก ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะอาหารไม่ควรกินมาก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540)

เห็ดหลายชนิดได้รับการส่งเสริมให้เพาะเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น เห็ดฟาง เห็ดกระดุมหรือเห็ดแชมปิญอง เห็ดหอม เห็ดหูหนู ซึ่งได้รับความสนใจและจำหน่ายกันแพร่หลาย หลายชนิดใช้เทคโนโลยี และการลงทุนต่ำ เช่น เห็ดฟาง วัสดุที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ดเป็นวัสดุเหลือใช้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกษตร เช่น ข้าวฟ่าง ขี้เลื่อย ผลผลิตจากเห็ดมีหลายอย่าง เช่น นำไปจำหน่ายสด แปรรูปเป็นน้ำเห็ด ข้าวเกรียบเห็ด เห็ดบรรจุกระป๋อง เห็ดแห้ง และผสมในอุตสาหกรรมอาหารชนิดอื่นๆ เช่น น้ำพริกเผา ข้าวเกรียบเห็ด อาหารมังสวิรัติบางชนิดก็ใช้เห็ดแทนเนื้อสัตว์ได้ ทำให้กิจการเพาะเลี้ยงเห็ดและงานวิจัยเกี่ยวกับเห็ดขยายวงกว้างขึ้น

งานเก็บรักษาเชื้อพันธุ์มีข้อสังเกตคือ ทำอย่างไรจึงจะเก็บเชื้อนั้นไว้ให้อยู่ได้ในระหว่างการทดลอง โดยไม่มีการกลายพันธุ์หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะใดๆ ปัจจุบันงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนถ่ายหน่วยพันธุกรรมได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการหน่วยพันธุกรรมที่แปลก, ใหม่ และเป็นประโยชน์ ก็มีเพิ่มขึ้นตามลำดับ เป็นเหตุให้การเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ไม่ว่า พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ มีความสำคัญมากขึ้นด้วย วิธีเก็บรักษาที่จะนำมาใช้นั้น นักวิจัยจะต้องทดสอบและทดลองมาแล้วว่าคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ตามปัจจัยที่แต่ละประเทศมี และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ บุคลากรดำเนินงาน ต้องมีความรู้และความชำนาญในสิ่งมีชีวิตหรือจุลินทรีย์ชนิดนั้นๆ เป็นอย่างดี เช่น นักอนุกรมวิธาน เพราะหากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา พวกเขาจะสังเกตเห็นได้ดีกว่า สำหรับวิธีการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์เห็ดที่นิยมปฏิบัติกันนั้น ได้แก่ การถ่ายเชื้อลงในอาหารที่ใช้เลี้ยง เพราะเป็นวิธีการที่สะดวก ประหยัด แต่เกิดการกลายพันธุ์ ได้ง่ายกว่า และอีกวิธีหนึ่งคือ การหยุดการเจริญ (metabolism)ของเชื้อ โดยทำให้เซลล์เย็นจัดที่ –80 องศาเซลเซียส หรือที่ –196 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดปฏิกิริยาทางเคมีและฟิสิกส์ของเห็ด ซึ่งวิธีการนี้จำเป็นต้องหา ชนิดและความเข้มข้นของสารเคมีในการป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ (cryoprotectant) และวิธีการลดอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเห็ดแต่ละชนิด เมื่อเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาหนึ่งๆ จะต้องนำขึ้นมาตรวจสอบการเจริญของเส้นใย พร้อมทั้งเปรียบเทียบคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา และการสร้างดอกเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่เกิดการกลายพันธุ์หลังการเก็บรักษา สำหรับการเก็บในอุณหภูมิเย็นจัดหรือเย็นยิ่งยวด (cryopreservation) นี้ มีข้อดีคือ ประหยัดแรงงาน พื้นที่ และค่าใช้จ่ายในระยะยาว ข้อเสียคือลงทุนเริ่มแรก ค่อนข้างสูงและใช้เทคโนโลยี แต่นับเป็นความโชคดีของคนไทย เนื่องจาก ไนโตรเจนเหลวที่นำมาใช้นั้นเป็น ผลิตผลส่วนหนึ่งที่เหลือและได้จากการแยกก๊าซปิโตรเลียมในอ่าวไทย จึงมีราคาไม่แพงมากนัก ทำให้เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้เก็บรักษาเชื้อพันธุ์ การทดลองในโครงงานพิเศษนี้จึงได้ถูกกำหนดขึ้น(อัญชลี, 2545)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงานพิเศษ

เพื่อศึกษาความมีชีวิตรอด (viability) และความแข็งแรง (vigor) ของเชื้อพันธุ์เห็ดกินได้ 5 ชนิด คือ เห็ดขอนขาว(*Lentinus squarrosulus*) เห็ดแครง(*Schizophylum commune*) เห็ดนางฟ้าภูฏาน (*Pleurotus* sp. from Bhutan) เห็ดหูหนู(*Auricularia auricular*) และเห็ดนางรมฮังการี(*Pleurotus* sp. form Hungary) ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส ทั้งที่มีการเติมสารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ คือ DMSO และ glycerol ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และไม่มีการเติมสารใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตโครงงานพิเศษ

ทำการศึกษาหาอัตราการมีชีวิตรอด และความแข็งแรงของเชื้อเห็ดทั้ง 5 ชนิดทั้งที่มีการเติม และไม่มีการเติมสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ คือ DMSO และ glycerol ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ-20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส โดยวัดจากอัตราการเจริญของเส้นใยบนอาหารพีดีเอ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จะสามารถนำเทคนิคการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์เห็ดในอุณหภูมิเย็นยิ่งยวด ไปใช้อนุรักษ์และเก็บรักษาเชื้อพันธุ์เห็ดที่อุณหภูมิ -20, -80 และ-196 องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิและในถังไนโตรเจนเหลว อีกทั้งยังจะเป็นต้นแบบ และสามารถนำไปดัดแปลง เพื่อใช้เก็บจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ได้อีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (morphological characteristic) ของเห็ด

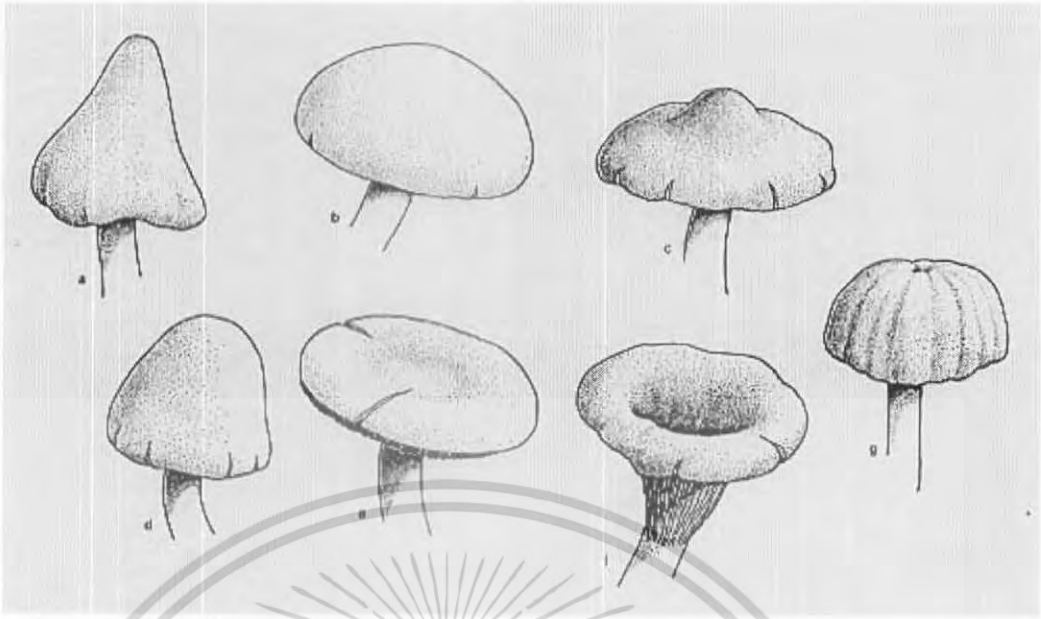
2.1.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอก (macroscopic characteristic) ของเห็ด (บุญส่ง, 2537)

ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด มีส่วนประกอบต่างดังนี้ แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย หมวกดอก(cap,pileus) ครีบดอก (gills, lamellae) ก้านดอก (stalk, stipe) วงแหวน (ring, annulus) และปลอกหุ้ม (cup, volva)

รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด (บัญญัติ, 2532)

2.1.1.1 หมวกดอก เป็นส่วนปลายสุดของดอกเมื่อดอกบานเต็มที่จะกางมีลักษณะรูปทรงเหมือนร่มกางขอบงุ้มลงหรือแบนราบหรือกลางหมวกเว้าลงเป็นแอ่งมีรูปเหมือนกรวยปากกว้าง ผิวหมวกด้านบนอาจจะเรียบ ขรุขระ มีเกล็ดหรือมีขนาดแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเห็ด เนื้อหมวกหนาบางต่างกัน อาจจะเหนียวหรือฉีกขาดง่าย เนื้อเยื่อของหมวกบางชนิดอาจเปลี่ยนสีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



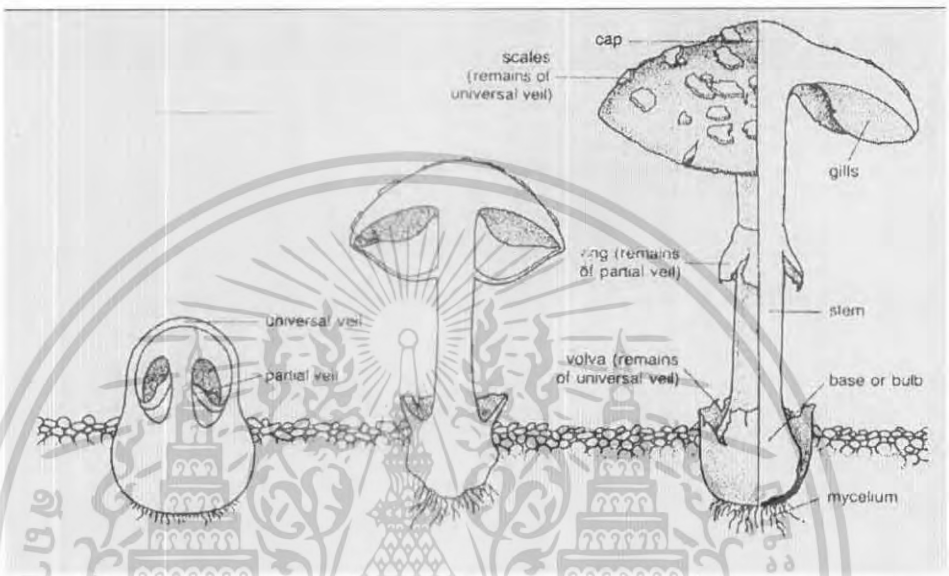
รูปที่ 2 รูปร่างของหมวกเห็ด (cap shapes) (Kibby, 1979)
a.รูปกรวย (conical), b.โค้งนูน (convex), c.ส่วนตรงกลางดอกยกสูงขึ้นคล้ายหมวกจีน (umbonate), d.ทรงระฆัง (campanulate, bell-like), e.แบนเรียบ (expanded and flattened), f.รูปกรวยหงายขึ้น (funnel - like), g.รูปคล้ายสะดือ กลางดอกเป็นร่องลึกลง (umbilicate)

รูปที่ 3 ลักษณะของขอบดอกที่เชื่อมติดกับก้านดอก (Kibby, 1979)
a.ไม่ต่อเชื่อมกับก้านดอก (free to remote), b.เชื่อมติดกับก้าน (adnexed), c.โค้งเข้าหากัน (sinuate), d.โค้งลงสู่ก้านดอก (decurrent), e.เชื่อมติดกับก้านและไม่โค้งลงหาก้าน (adnate) f.ดอกโค้งลงหาก้าน (siuate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 ครีบดอก หรือซี่หมวกเห็ด เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก ด้านล่างของหมวกเห็ดแต่ละชนิดจะมีจำนวนครีบดอกแตกต่างกันและความหนาบางไม่เท่ากัน จำนวนของครีบหมวกจึงใช้เป็นลักษณะประกอบการจำแนกเห็ดด้วย สีของครีบหมวกส่วนมากจะเป็นสีเดียวกับสปอร์

2.1.1.3 ก้านดอก มีขนาดใหญ่และยาวแตกต่างกันส่วนมากมีรูปทรงกระบอก ตอนบนยึดติดกับหมวกดอกเห็ด หรือครีบหมวกด้านใน ก้านดอกเห็ดมีผิวเรียบ ขรุขระ หรือมีขน หรือมีเกล็ด

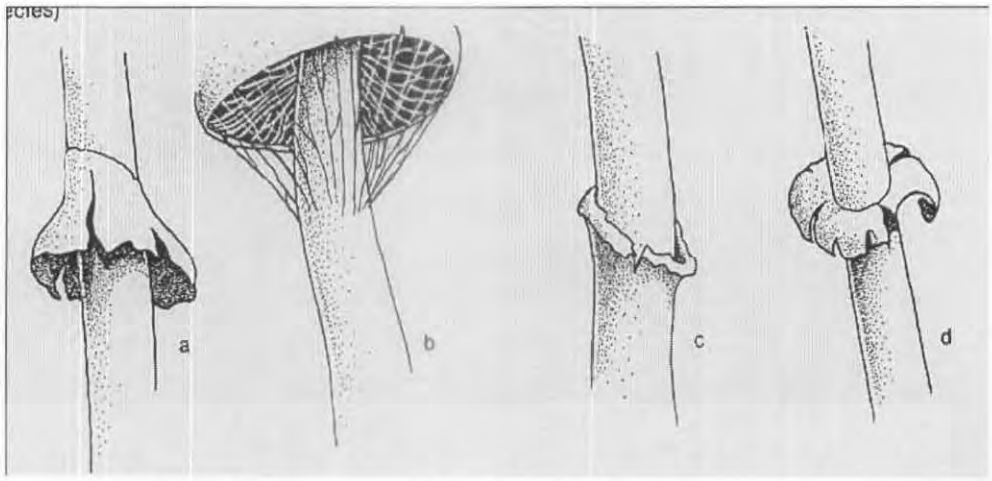


รูปที่ 4 ส่วนประกอบของเห็ดขนาดเป็นดอกออนจนกระทั่งบาน (Oei, 1991)

2.1.1.4 วงแหวน เป็นเนื้อเยื่อบางๆ ยึดก้านดอกและขอบหมวกของดอกเห็ดให้ติดกัน เมื่อหมวกกางออกเยื่อจึงจะขาดจากขอบหมวก แต่ยังมีส่วนยึดติดกับก้านดอกให้เห็นรอบก้านดอกเหมือนมีวงแหวนหรือแผ่นเยื่อบางสวมอยู่ สามารถแบ่งลักษณะได้ดังนี้

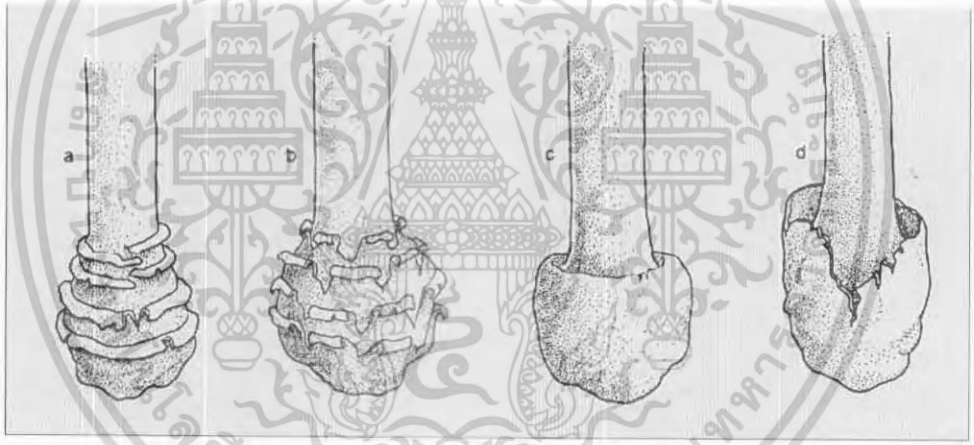
2.1.1.5 ปลอกหุ้ม เป็นเนื้อเยื่อหนาหรือบาง อยู่ชั้นนอกสุดที่หุ้มดอกเห็ดทั้งดอกไว้ในระยะที่เป็นดอกตูม เปลือกหุ้มจะมีเนื้อเยื่อและสีคล้ายคลึงกับหมวกดอกเห็ด แต่ส่วนใหญ่จะมีสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ลักษณะของวงแหวนหรือม่าน (ring หรือ annulus) (Kibby, 1979)

a. ลักษณะห้อยลง (pendent), b. ลักษณะเป็นเส้นใยบาง (cortina หรือ cobweb – like film), c. ลักษณะคล้ายถุงเท้า (Sheating หรือ stocking - like), d. ลักษณะหนา อวบน้ำและม้วนงอลง (thick, fleshy, turn – back)



รูปที่ 6 ลักษณะโคน (base หรือ bulb) และเปลือกหุ้ม (volva) (Kibby, 1979)

a.เนื้อเยื่อหุ้ม 2-4 ชั้น (2-4 loop-like ridge), b.irregular band, c.gutter-like or marginate bulb, d.bag-like with thin, irregularly torn margin

สำหรับ กลุ่มเส้นใย บริเวณที่ดอกเห็ดขึ้นจะปรากฏเส้นใยสีขาวขึ้นอยู่ก่อน เส้นใยนี้จะก่อตัวหรือรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ เห็ดบางชนิดจะมีเส้นใยรวมตัวกันเป็นก้อนแข็งอยู่ที่โคนก้านดอก หรือเส้นใยหยาบมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่เห็ดบางชนิดมีเส้นใยละเอียดเล็กมาก มองไม่เห็นลักษณะดังกล่าว โดยปกติเส้นใยของเห็ดจะเป็นสีขาวนวลแทรกซึมอยู่ตามบริเวณที่เกิดดอกเห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ลักษณะโครงสร้างภายใน (microscopic characteristic) ของเห็ด (จิราพร,2546)

ลักษณะโครงสร้างเห็ดภายใน (microscopic characteristic) ของเห็ด มีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 ไฮมีเนียม (hymenium) เป็นชั้นของเนื้อเยื่อที่ทำให้เกิดสปอร์ของเห็ด ประกอบด้วนส่วนของเบซิเดีย (basidia) สเทอริกมา (sterigma) และเบซิดิโอสปอร์ (basidiospore) ซึ่งภายในชั้นไฮมีเนียมจะพบซิสทิเดีย (cystidia) ที่มีลักษณะคล้ายกับเบซิเดียแต่มีขนาดใหญ่กว่ามาก

2.1.2.2 เบซิเดีย (basidia) มีรูปร่างคล้านกระบอง (club shape) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มี 2 นิวเคลียสอยู่ปลายสุดของเส้นใยชั้นไฮมีเนียม สำหรับเบซิเดียในระยะแรกจะมีรูปร่างลักษณะยาวและแคบ จากนั้นจะขยายตัวกว้างขึ้นพร้อมกับที่นิวเคลียสทั้งสองภายในเบซิเดียรวมกัน (เกิดเป็นคาริโอเกมมี, karyogamy) ตามด้วยการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) ได้นิวเคลียสแบบแฮพพลอยด์ (haploid, n) จำนวน 4 นิวเคลียส ในขณะเดียวกันส่วนปลายของเบซิเดียจะสร้างสเตอริกมาจำนวน 4 อัน ซึ่งที่ปลายของสเตอริกมาจะมีเบซิดิโอสปอร์ ซึ่งนิวเคลียสทั้ง 4 ได้เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในแต่ละเบซิดิโอสปอร์โดยทั่วไป 1 เบซิดิเดียมจะสร้าง 4 สเตอริกมาหรือ 4 เบซิดิโอสปอร์

2.1.2.3 เบซิดิโอสปอร์ (basidioapore) เป็นสปอร์ที่มีเซลล์เดียว มีหนึ่งนิวเคลียสและเป็นแบบแฮพพลอยด์ มีรูปร่างแบบต่างๆ เช่น กลม ยาวรี รูปไข่ ยาว ทรงกระบอก หรือรูปคล้ายไส้กรอก สปอร์อาจมีสีหรือไม่มีสี โดยทั่วไปสปอร์จะติดอยู่ที่ปลายสเตอริกมา แต่เมื่อแก่จะเกิดหยดน้ำขึ้นที่ฐานของสปอร์ทำให้หลุดออกจากสเตอริกมา เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เจิร์มทิวบ์ (germ tube) จะงอกและพัฒนาเป็นเส้นใยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เห็ดขอนขาว

รูปที่ 7 เห็ดขอนขาว (วสันณ์, 2543)

เห็ดขอนขาว หมวกเห็ดมี รูปกรวยตื้น สีขาวครีม มีสะเก็ดสีเทาถึงน้ำตาลกระจายตัวทั่วผิวดอกและก้าน กลางดอกบุ๋มลงเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลาง 4-8 เซนติเมตร ขอบหมวกงองุ้ม ครีบสีขาว แคบและเรียงชิดติดกัน ยาวขนานกับกรวยลงไปยึดติดกับก้าน ก้านมีสีขาว-ครีม ยาว 5-6 เซนติเมตร มีเกล็ดเช่นเดียวกับหมวก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก 0.5-1.5 เซนติเมตร ก้านรูปทรงกระบอก เนื้อก้านสีขาว แน่นเหนียว สปอร์ใส ผิวเรียบ ผนังบาง รูปร่างทรงกระบอก ขนาด 1.9-2.3 × 5.3-6.8 ไมโครเมตร (กุศล, 2545)

เห็ดขอนขาวเป็นเห็ดป่าที่ได้รับการพัฒนา นำมาเพาะเลี้ยงให้เป็นเห็ดการค้าได้สำเร็จ เป็นที่นิยมรับประทานกันมากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เห็ดขอนขาวขึ้นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มโคนติดกัน 3-6 ดอก เมื่อแก่แห้งแล้วเหนียว (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539)

2.2.1 ชีววิทยาของเห็ดขอนขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus squarrosulus* (จันทิมาภรณ์, 2547)

Class Basidiomycetes

Order Aphyllophorales

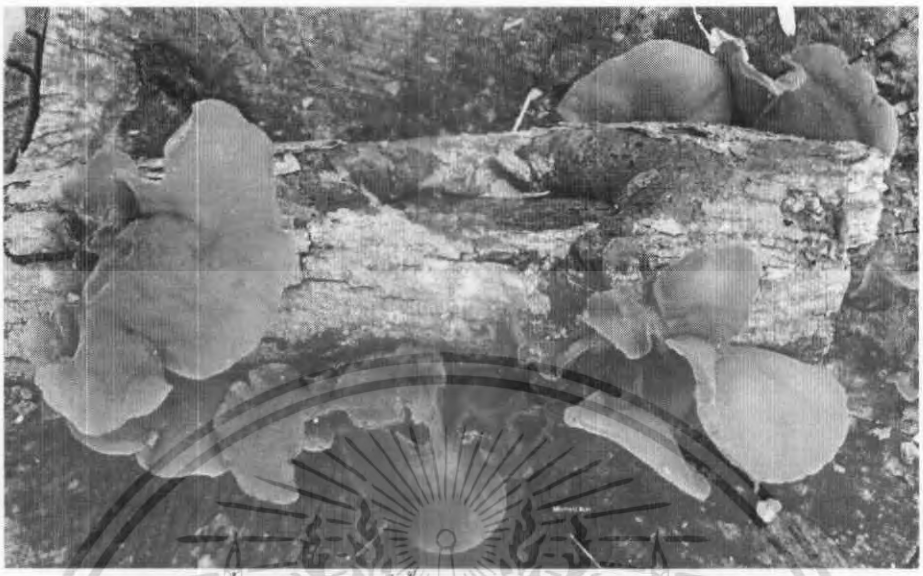
Family Lentinaceae

Genus Lentinus

Species squarrosulus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เห็ดหูหนู (ดีพร้อม, 2524)



รูปที่ 8 เห็ดหูหนู ที่ขึ้นตามธรรมชาติ (Kuo, 2002)

รูปที่ 9 เห็ดหูหนู ที่เพาะในโรงเรือน (ดีพร้อม, 2524)

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่รู้จักกันดีในเอเชียตะวันออก ชาวจีนนิยมนำมาประกอบอาหารและทำยาสมุนไพร เห็ดหูหนูมีหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีความหนา สีสรร รูปร่างต่างๆ กัน รวมทั้งรสชาด ด้วย เห็ดหูหนูมีโปรตีน แร่ธาตุต่างๆ หลายชนิด นอกจากจะเป็นอาหารแล้วยังเป็นยาแก้ร้อนใน เห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หูหนูชอบเจริญในที่ค่อนข้างร้อนและชุ่มชื้น ในฤดูฝนเรามักเห็นเห็ดหูหนูขึ้นตามขอนไม้ผุโดยทั่วๆไป กล่าวกันว่าชาวจีนได้เพาะเห็ดนี้โดยใช้ท่อนไม้โอ๊คยาว 6-10 ฟุต มากองสุมและทิ้งไว้จนถึงฤดูใบไม้ผลิประมาณ 1 ปี โดยไม่มีการใส่เชื้อแต่อย่างใด จะมีเห็ดหูหนูขึ้นตามเปลือกไม้ เห็ดจะออกดอกเรื่อยจนกระทั่งไม้ผุ เห็ดหูหนูนั้นเมื่อนำมาตากแห้งจะสามารถเก็บไว้ได้เป็นระยะเวลานานโดยไม่เสื่อมคุณภาพ จึงทำให้ความต้องการด้านการตลาดของเห็ดชนิดนี้ นับวันจะสูงมากขึ้นตามลำดับ ในสภาพธรรมชาติ เห็ดหูหนูเจริญได้ดีในเขตร้อน โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเห็ดหูหนูจะเจริญบนขอนไม้ที่เริ่มเปื่อยผุพัง ชาวจีนนับเป็นชาติแรกที่รู้จักวิธีการเพาะ และบริโภคเห็ดหูหนูกันมานานแล้ว เห็ดหูหนูที่นำมาเพาะมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีรูปร่างลักษณะ ขนาด และสีสัน ตลอดจนลักษณะประจำพันธุ์แตกต่างกัน เห็ดหูหนูจัดเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศแทบจะทุกภาคของประเทศไทย จึงเหมาะอย่างยิ่งจะนำมาส่งเสริมให้เกษตรกรเพาะกัน ทั้งนี้ เนื่องจากประเทศไทยมีวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดหูหนูอย่างเหลือเฟือ เช่น ฟางข้าว ไม้เนื้ออ่อน ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ซังข้าวโพด และอื่นๆ แต่ปัญหาในการเพาะเห็ดหูหนูที่สำคัญคือ ความผันแปรของเชื้อเห็ด และเชื้อเห็ดหูหนูยังเสื่อมได้ง่ายกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ จึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์อยู่ตลอดเวลา (วิฑูรย์, 2527)

2.3.1 ชนิดของเห็ดหูหนู

เห็ดหูหนูมีหลายชนิด ที่พบในไทยมี 2 ชนิด คือ เห็ดหูหนูชนิดบาง และเห็ดหูหนูชนิดหนา

2.3.1.1เห็ดหูหนูชนิดบางมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Auricularia auricula judae* schrot มักพบเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดอกเห็ดมีลักษณะบาง สีน้ำตาลอ่อนหรือดำ เป็นเมือกนิ่มๆคล้ายวุ้น ผิวเรียบไม่มีขนทั้ง 2 ด้านมักจะออกดอกดื่ยวๆ ไม่เป็นกลุ่ม ดอกที่ออกใหม่จะมีลักษณะรูปถ้วย ต่อมาขอบดอกจะหยักขึ้นลง ก้านดอกสั้นมากจนเกือบไม่มีเลย

2.3.1.2 เห็ดหูหนูชนิดหนามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Auricularia polytricha* (Mont.) ลักษณะของดอกเห็ดจะหนากว่าเห็ดหูหนูชนิดบาง ผิวด้านหน้าเรียบ ด้านหลังเป็นขนเหมือนกำมะหยี่ เมื่อดอกแก่เต็มที่ด้านหน้ามีสีน้ำตาลดำหรือสีดำ ด้านหลังที่สีอ่อนกว่า ดอกจะไม่เป็นเมือก ก้านสั้นมากๆ ขอบของดอกจะไม่หยิก ดอกสามารถบานได้นานไม่เหี่ยวง่าย เห็ดหูหนูชนิดหนาสปอร์มีขนาดใหญ่กว่าเห็ดหูหนูชนิดบางเล็กน้อย

2.3.2 ชีววิทยาของเห็ดหูหนู

Class Basidiomycetes

Order Auriculariales

Family Auriculariaceae

Genus Auricularia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู

เห็ดหูหนูมีวงจรชีวิตแบบ Heterothallie วงจรชีวิตของเห็ดหูหนูมีดังนี้

1. เริ่มจากเห็ดหูหนูเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีการสร้างสปอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นผงสีขาวหล่นบนพื้นหรือปลิวไปตามลม

2. เมื่อสปอร์ของดอกเห็ดปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสม เช่น ความชื้น อุณหภูมิ และอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดหูหนู สปอร์ก็จะงอกเส้นใยขั้นแรก (primary mycelium) ออกมา เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีผนังกั้น (septate hyphae) และภายในแต่ละช่องจะมีนิวเคลียส 1 อัน เส้นใยของเห็ดหูหนูจะมีการแตกกิ่งก้านมากมาย แต่ไม่สามารถจะรวมกันและพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้

3. เส้นใยของเห็ดหูหนูพวก primary mycelium จะต้องมีการผสมกันระหว่างเส้นใยที่เกิดจากสปอร์ที่แตกต่างกัน แต่สามารถเข้าหากันได้ (compatible) หลังจากเกิดการรวมตัวกันก็จะได้เส้นใยขั้นที่สอง (secondary mycelium) เส้นใยชั้นที่สองจะมีขนาดเล็กกว่าขั้นแรกเล็กน้อย และภายในเส้นใยแต่ละช่อง (spectum) จะมี 2 นิวเคลียส เส้นใยขั้นที่ 2 นี้ระหว่างเซลล์จะมีข้อยึดเรียกว่า Clamp connection เส้นใยขั้นที่สองจะเจริญและมีการสะสมอาหารไว้ในเส้นใยจนสามารถพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้ต่อไป

2.3.4 คุณค่าทางอาหาร

คุณค่าทางอาหารคิดจากปริมาณเห็ด 100 กรัม

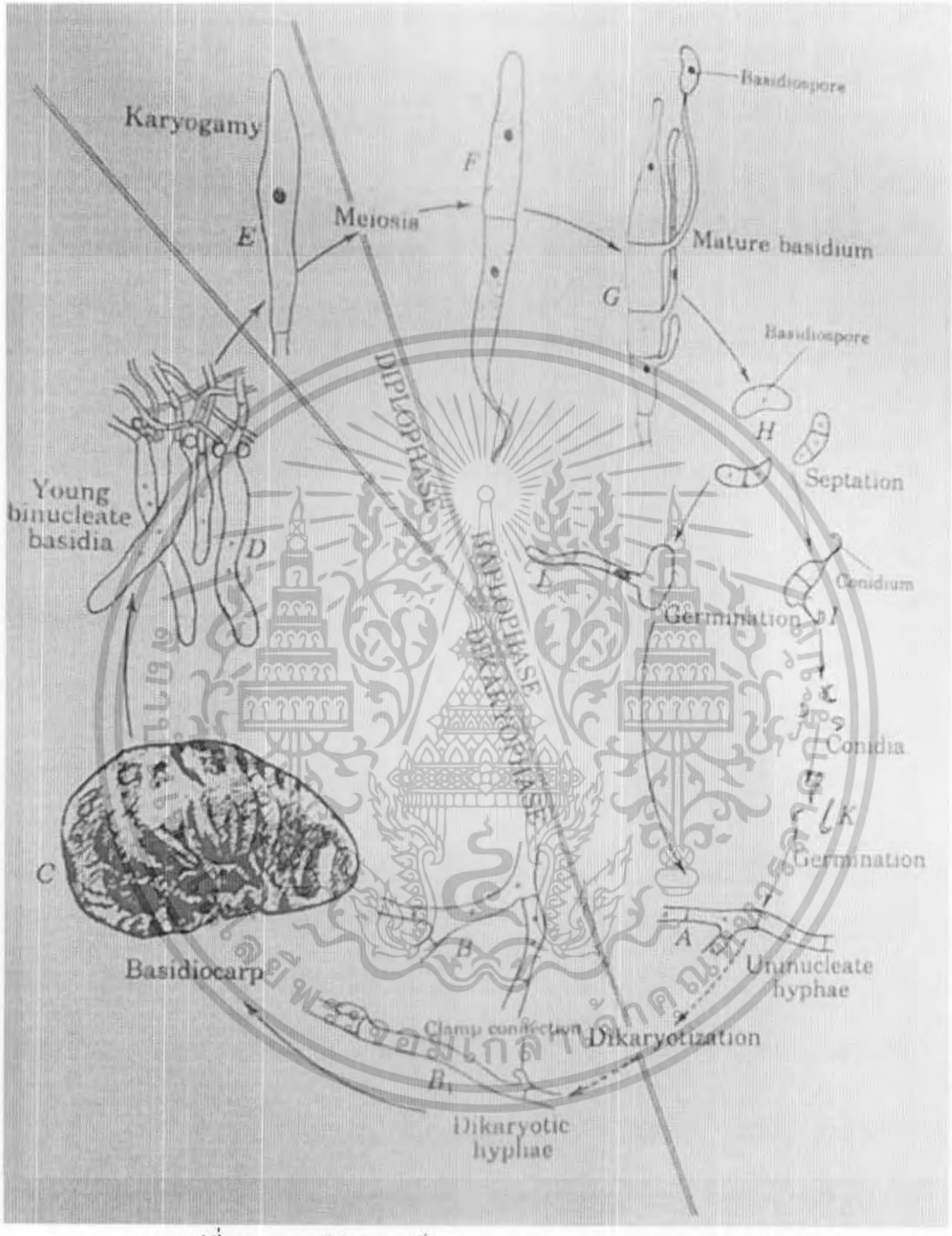
เห็ดหูหนูชนิดบาง (*Auricularia auricula judae* schrot)

ความชื้น	16.01	%
ไขมัน	1.41	%
โปรตีน	13.80	%
กาก	3.50	%
เถ้า	3.60	%
คาร์โบไฮเดรต	61.68	%

เห็ดหูหนูชนิดหนา [*Auricularia polytricha* (Mont.)]

ความชื้น	85.70	%
ไขมัน	0.70	%
โปรตีน	7.25	%
กาก	18.70	%
เถ้า	1.96	%
คาร์โบไฮเดรต	71.50	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู (Alexopoulos and Mims, 1979)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เห็ดนางฟ้าภูฏาน (ดำเกิง, 2546)

รูปที่ 11 ดอกเห็ดนางฟ้าภูฏาน ดอกเห็ดนางฟ้า ดอกเห็ดนางรม ตามลำดับ (ดำเกิง, 2546)

เห็ดนางฟ้าภูฏานเป็นเห็ดสกุลเดียวกับเห็ดนางรมและเห็ดเป๋าฮื้อ มีถิ่นกำเนิดในแถบภูเขาหิมาลัยซึ่งมีอากาศชื้นและเย็น เป็นเห็ดที่ขึ้นอยู่บนไม้ที่ตายแล้ว เห็ดนี้ได้นำเข้ามาทดลองเพาะในประเทศไทยเมื่อปีพ.ศ. 2518 พบว่าเห็ดชนิดนี้สามารถเพาะง่าย เจริญเติบโตในอาหารได้หลายชนิด เหมือนเห็ดนางรม จัดว่าเป็นเห็ดที่มีขนาดดอกปานกลาง ดอกเห็ดมีสีขาวนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน เจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15-35 องศาเซลเซียส เนื้อแน่น รสชาดดีกว่าเห็ดนางรม ปัจจุบันจึงมีการเพาะกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเห็ดนางฟ้าภูฏานเป็นเห็ดที่อยู่สกุลเดียวกับเห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดนางรม จึงทำให้มีความคล้ายคลึงกันของลักษณะต่างๆหลายอย่าง แต่ก็มีความแตกต่างที่พอจะสังเกตได้ดังนี้ หมวกดอกของเห็ดนางฟ้าภูฏานจะมีเนื้อแน่น และมีสีคล้ำออกน้ำตาลทองคล้ายเห็ดเป๋าฮื้อ แต่สีของหมวกดอกจะจางกว่า ก้านดอกของเห็ดนางฟ้าภูฏานจะเป็นเนื้อเดียวกับหมวกดอกคล้ายเห็ดนางรม แต่มีเนื้อแน่นสีขาว และไม่มีวงแหวนรอบก้านดอก ถ้าเห็ดนางฟ้าเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติตามขอนไม้ ดอกเห็ดจะมีลักษณะเรียงรายลดหลั่นกันเป็นชั้นๆ ก้านดอกจะสั้นมาก เส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฏานจะมีลักษณะค่อนข้างละเอียด และมีสีขาวมากกว่าเห็ดนางรม

ในปี พ.ศ. 2528 ได้มีการนำพันธุ์เห็ดนางฟ้ามาจากต่างประเทศเข้ามาทดลองเพาะเลี้ยงในไทย พบว่า เห็ดนางฟ้าที่นำมาจากภูฏาน ประเทศอินเดีย มีลักษณะเด่นหลายประการ จึงให้ชื่อว่า เห็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางฟ้าภูฏาน หรือเห็ดนางรมภูฏาน หรือเห็ดภูฏาน ยังไม่มีชื่อสามัญ และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pleurotus eous* มีข้อดีอยู่หลายประการ ดังนี้

1. เส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานเจริญได้ดีในอาหารวุ้น PDA และหากผสมถั่วเหลืองหรือถั่วเขียวในอาหารวุ้นแล้ว เส้นใยจะเจริญเติบโตได้ดีมาก

2. ในการผลิตหัวเชื้อในเมล็ดธัญพืชเส้นใยเห็ดจะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว

3. ให้ดอกเร็ว ภายหลังเขี่ยหัวเชื้อลงถุงก้อนเห็ด 2-3 สัปดาห์ สามารถเปิดถุงให้ออกดอกได้ นอกจากนี้ช่วงห่างของการเก็บผลผลิตดอกจะสั้น จะมีการพักตัวเพียง 5-7 วัน แล้วจะออกดอกให้ผลผลิตรุ่นต่อไปได้

4. มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารในถุงก้อนเห็ด มาใช้เพื่อการเจริญเติบโตสูงมาก ยังพบการต้านราเขียว และราดำได้ดี

5. มีรสชาติอร่อยเหมือนเห็ดนางรม มีกลิ่นหอม รสหวาน และมีความกรอบ เก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเห็ดนางรมโดยเฉพาะในที่ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ

6. ให้ผลตอบแทนสูงกว่าเห็ดในสกุลเห็ดนางรมอื่นๆ สามารถเพาะในวัสดุเพาะชนิดต่างๆ ได้ดี และเพาะได้ทุกฤดูกาล (อานนท์, 2530)

2.4.1 ชีววิทยาของเห็ดนางฟ้าภูฏาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus eous* (สาทินี, 2546)

Class Basidiomycetes

Order Agaricales

Family Tricholomataceae

Genus Pleurotus

2.4.2 คุณค่าทางอาหาร

จากการที่เห็ดนางฟ้าภูฏานเป็นเห็ดที่มีกลิ่นหอม เนื้อแน่น เจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงทำให้เห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง นอกจากนี้เห็ดนางฟ้าภูฏานยังจัดเป็นเห็ดที่มีปริมาณวิตามินแร่ธาตุค่อนข้างสูง เห็ดนางฟ้าภูฏานประกอบด้วยคุณค่าทางอาหาร ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณธาตุอาหารของเห็ดนางฟ้า (Oei, 1991)

แคลเซี่ยม (Ca)	20 mg/100 g
ฟอสฟอรัส (P)	760 mg/100 g
โปตัสเซี่ยม (K)	3260 mg/100 g
เหล็ก (Fe)	124 ppm
แคดเมียม (Cd)	0.3 ppm
สังกะสี (Zn)	12 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองแดง (Cu)	12.2 ppm
ตะกั่ว (Pb)	3.2 ppm

2. ปริมาณของกรดอะมิโนของเห็ดนางฟ้า (mg/g ของ crude protein nitrogen)

Isoleucine	78.4
Leucine	68.1
Lysine	73.5
Methionine + Cystine	62.7
Phenylalanine + Tyrosine	137.8
Threonine	88.0
Tryptophan	91.6
Valine	76.1

2.5 เห็ดนางรมฮังการี (ดำเกิง, 2546)

รูปที่ 12 เห็ดนางรมฮังการี (ปรีชา, 2546)

เห็ดนางรมฮังการีมีถิ่นกำเนิดอยู่แถบยุโรป มีการเจริญเติบโตได้ดีในไม้โอ๊ค (oak) ไม้เมเปิ้ล (maple) ไม้พีช (peach) ฯลฯ และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น ต่อมาได้มีการทดลองเพาะเลี้ยงในไทยพบว่าสามารถปรับตัวเจริญได้ดีในไทยจนเป็นที่รู้จักกันดี เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมาก เนื่องจากมีลักษณะคล้ายเห็ดขอนขาวหรือเห็ดมะม่วง ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติบนตอไม้ผุประกอบกับเป็นเห็ดที่มีสีขาวสะอาด มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีรสชาติหอมหวาน เนื้อเห็ดไม่เหนียวและยังมีสารบางอย่างมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค จึงเป็นที่นิยมผลิตเพื่อบริโภคกันมาก(เนาวรัตน์, 2535)

เห็ดนางรมฮังการีมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีน คาร์โบไฮเดรท วิตามิน และธาตุอาหารหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ให้พลังงานค่อนข้างสูง มีวิตามินบี 1 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บี 2สูงกว่าเห็ดชนิดอื่น และยังมีกรดโฟลิคสูงกว่าพืชผักและเนื้อสัตว์ ช่วยป้องกันรักษาโรคโลหิตจางได้จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และมีปริมาณโซเดียมต่ำจึงใช้เป็นอาหารผู้ที่ป่วยเป็นโรคหัวใจและโรคไตอักเสบ

การดำรงชีวิตตามธรรมชาติของเห็ดนางรมมีดังนี้

1. เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีความสามารถย่อยสารประกอบที่มีโมเลกุลซับซ้อนได้ดีกว่าเห็ดฟาง โดยเฉพาะพวกเซลลูโลส ลิกนิน จึงทำให้วัสดุที่ใช้เพาะโดยเฉพาะขี้เลื่อยไม้ยางพาราไม่จำเป็นต้องผ่านการหมักก็ได้

2. ความสามารถในการดำรงชีวิตในกรณีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เห็ดนางรมสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยการสร้างคลามัยโตสปอร์ (chlamydospore) อยู่ตามตอไม้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะงอกเส้นใยออกมา แล้วเส้นใยจะพัฒนาไปเป็นดอกและมีสปอร์แพร่พันธุ์ต่อไป

3. เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดเล็กน้อย หรือมี pH ระหว่าง 5-5.2 จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปูนขาวในวัสดุเพาะ

4. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย ควรอยู่ประมาณ 30 -32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสร้างดอกประมาณ 25 องศาเซลเซียส

5. เส้นใยเห็ดนางรมมีความสามารถในการเจริญเติบโต และมีการเชื่อมต่อของเส้นใยเร็วมากจึงทำให้เส้นใยเดินเต็มก้อนได้เร็วกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ และมีความสามารถในการใช้น้ำตาลในรูปของคาร์โบไฮเดรทได้เป็นอย่างดี

2.5.1 ชีววิทยาของเห็ดนางรมฮังการี

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus ostreatus* (Hungarian) (สาทินี, 2547)

Class Basidiomycetes

Order Agaricales

Family Tricholomataceae

Genus Pleurotus

2.5.2 ชนิดของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมที่นิยมเพาะโดยทั่วไปแบ่งตามสีมีอยู่ 2 ชนิด ได้แก่

1. เห็ดนางรมสีขาว (White type หรือ Florida type)

เจริญเติบโตได้ในสภาพอุณหภูมิสูง จึงนำมาเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน เห็ดชนิดนี้จะออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส หมวกดอกมีสีขาว และมีน้ำหนักมากกว่าเห็ดนางรมสีเทา แต่หมวกดอกจะมีขนาดเล็กและบางกว่านางรมสีเทา

2. เห็ดนางรมสีเทา (Grey type หรือ Winter type)

เจริญได้ดีในสภาพอุณหภูมิต่ำ จึงเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูหนาว เห็ดจะออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หมวกดอกหนาและมีขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตต่ำกว่าชนิดแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

72613

2.5.3 วงจรชีวิตของเห็ดนางรม

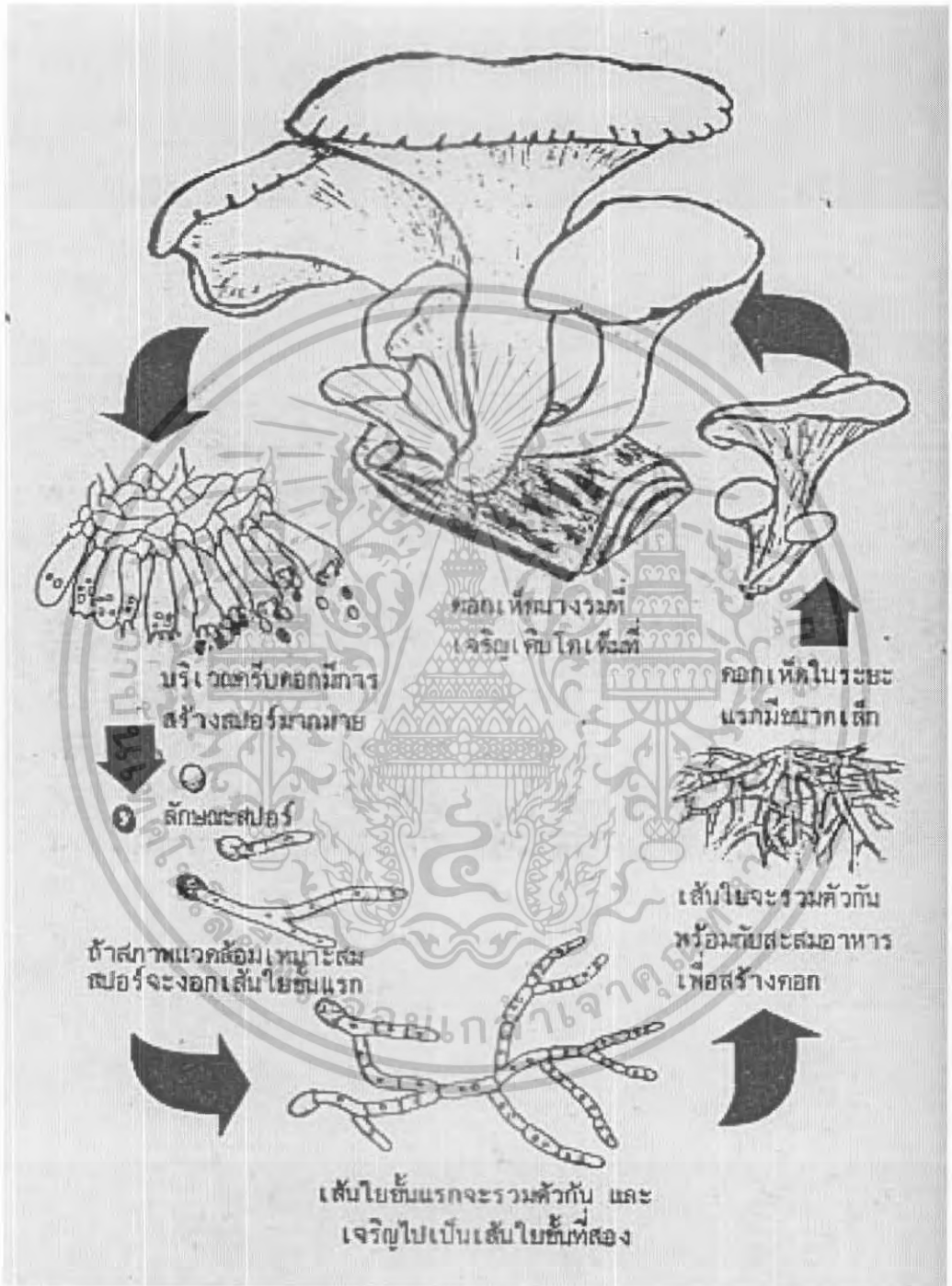
เห็ดนางรมมีวงจรชีวิตแบบ heterothallic ที่เกิดจากดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ มีการสร้างเบสิดิโอสปอร์ เมื่อสปอร์ปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสมจะงอกเส้นใยขั้นที่ 1 (primary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียสเพียงอันเดียว จากนั้นเส้นใยขั้นที่ 1 ที่เจริญมาจากสปอร์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมอีก 1สปอร์ จะรวมตัวกันแล้วพัฒนาเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 (secondary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียส 2 อันเส้นใยขั้นที่ 2 นี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า dikaryotic เส้นใยขั้นที่ 2 จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และในแต่ละเซลล์จะมีข้อยึดระหว่างเซลล์ (clamp connection) เส้นใยจะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน พร้อมที่จะสร้างดอกเรียกเส้นใยระยะนี้ว่าเส้นใยขั้นที่ 3 (teritiary mycelium) จากนั้นเส้นใยจะค่อยๆ พัฒนาไปเป็น fruiting body หรือเจริญเป็นดอกเห็ดต่อไป

2.5.4 คุณค่าทางอาหาร (บรรณ, 2532)

แสดงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ดนางรม (ปริมาณ/100 กรัม)

พลังงาน	28	กิโลแคลอรี่
ความชื้น	92.0	เปอร์เซนต์
โปรตีน	2.1	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	0.3	กรัม
ไขมัน	4.3	กรัม
เยื่อใย	0.5	กรัม
เถ้า	0.8	กรัม
แคลเซียม	4	มิลลิกรัม
โปแตสเซียม	61	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.3	มิลลิกรัม
วิตามินเอ รวม	8	ไอยู
ไธอามีน	0.02	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.13	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	2.7	มิลลิกรัม
วิตามินซี	21	มิลลิกรัม

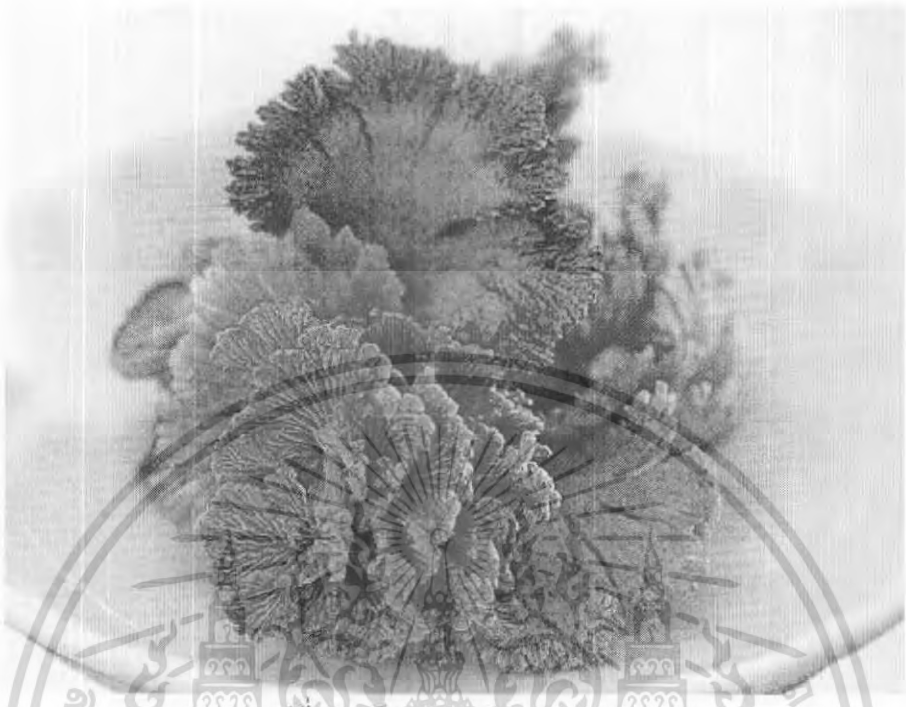
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม ซึ่งเป็นแบบ heterothallic life cycle (ปัญญา, 2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เห็ดแครง (วสันณ์, 2536)



รูปที่ 14 เห็ดแครง (นิรนาม, 2548)

เห็ดแครงหรือเห็ดตีนตุ๊กแกเป็นเห็ดขนาดเล็กนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในภาคใต้ของประเทศไทย สามารถพบเห็นในตลาดท้องถิ่น ได้เกือบตลอดปี โดยชาวบ้านเก็บจากท่อนไม้ที่เห็ดแครงขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก การจำหน่ายส่วนใหญ่ใช้ถ้วยตวง เมื่อนำมาชั่งดูปรากฏว่าเห็ดแครงตกกิโลกรัมละประมาณ 70-80 บาท ซึ่งเป็นราคาสูงเมื่อเทียบกับเห็ดชนิดอื่นๆ เห็ดแครงเป็นเห็ดที่ขึ้นอยู่ทั่วโลกและตลอดปี พบขึ้นอยู่กับวัสดุหลายชนิด เช่น ท่อนไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ ใบหญ้า กระดาษ หรือแม้แต่บนกระดูกปลาวาฬก็พบเห็ดชนิดนี้ขึ้นอยู่แต่ที่พบเป็นปริมาณมากสามารถเก็บรวบรวมเห็ดมารับประทานได้คือ บนท่อนไม้และกิ่งไม้ ในภาคใต้ของไทยพบมากบนท่อนไม้ยางพารา ต้นยางพาราที่ตัดโคนไว้พอท่อนไม้ตายและมีฝนตกก็พบเห็ดแครงขึ้นแล้ว ปัจจุบันมีการใช้ยาฆ่าตอต้นยางเป็นจำนวนมาก ชาวบ้านบอกว่าเห็ดแครงที่เก็บรวบรวมมาจากตอยางเมื่อรับประทานแล้วมีอาการคันปาก และสงสัยว่าเกิดจากพิษของยาฆ่าตอยาง ตอนนี้ยังไม่มีการศึกษา ก็ควรหลีกเลี่ยงเก็บเห็ดจากตอยางที่ใช้ยาฆ่าก่อน

เห็ดแครงเป็นเห็ดขนาดเล็กลักษณะคล้ายพัด (fan-shaped) ด้านฐานมีก้านขนาดสั้นๆ ยาว 0.1-0.5 เซนติเมตร หรือไม่มีก้านติดอยู่กับวัสดุที่ขึ้นด้านข้าง ดอกเห็ดมีขนาดความกว้าง ประมาณ 1-3 เซนติเมตร ผิวด้านบนมีสีขาวปนเทาปกคลุมทั่วไป ลักษณะดอกเหนียวและแข็งแรงเมื่อแห้งด้านใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของดอกเห็ดมีครีบมีลักษณะแตกเป็นร่อง (spilt-gill) พิมพ์สปอร์มีสีขาว สปอร์มีสีใสรูปร่างเป็นทรงกระบอกขนาด 3-4x1-1.5 ไมครอน

เห็ดแครงมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Schizophyllum commune* Fr. เนื่องจากเห็ดแครงมีขึ้นอยู่ทั่วโลกในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ลักษณะดอกเห็ดอาจแตกต่างกันในแต่ละท้องที่ทำให้มีผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดแครงไว้หลายชื่อ แต่ต่อมามีการศึกษาและพบว่าเป็นชนิดเดียวกัน

สาร Schizophyllan ที่พบในเห็ดแครงสามารถต่อต้านการเจริญของเซลล์มะเร็งหลายชนิด ได้แก่ sarcoma 180 saroma 37 และ Ehrlich carcinoma สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรียหลายชนิดในหนูทดลอง เช่น *Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Escherichia coli* และ *Klebsiella pneumoniae* เป็นต้น

มีการรักษาคนไข้ที่เป็นมะเร็งในระบบทางเดินอาหารจำนวน 367 คน พบว่าคนไข้ที่ได้รับสาร Schizophyllan ร่วมกับยา (chemotherapy) คนไข้จะมีชีวิตยืนกว่าพวกที่รักษาโดยใช้ยาอย่างเดียว และเมื่อใช้รักสาร Schizophyllan รักษาโรคมะเร็งปากมดลูกร่วมกับฉายรังสีพบว่าคนไข้มีอายุยืนกว่ารักษาด้วยฉายรังสีถึง 5 ปี ปัจจุบันในประเทศญี่ปุ่นมีการผลิตสาร Schizophyllan ออกจำหน่ายเป็นมูลค่าหลายร้อยล้านเหรียญสหรัฐ

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด (ดำเกิง, 2546)

2.7.1 วัสดุที่ใช้เพาะ (Medium หรือ Substrate)

เห็ดแต่ละชนิดใช้วัสดุเพาะต่างกันออกไปเช่น เห็ดที่เจริญบนท่อนไม้ผุ ได้แก่เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดมะม่วง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดขอน และเห็ดแครง จะใช้ไม้หรือผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นวัสดุเพาะ เช่น ขี้เลื่อย ในขณะที่เห็ดฟาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดขี้ม้า เห็ดตีนแรด เห็ดดับเด่า ฯลฯ จะใช้วัสดุจำพวกปุ๋ยหมัก ส่วนเห็ดที่เป็นพวกมัยคอไรซ่าจะขึ้นอยู่บนส่วนรากไม้ การจะใช้วัสดุเพาะชนิดใด จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้อาหารของเห็ดในกลุ่มนั้น ๆ

2.7.2 อาหาร

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้แบบพืชสีเขียว เช่นต้นไม้ทั่วไป แต่จะได้รับอาหารและพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น หรือเป็น heterotroph แหล่งคาร์บอนหรือพลังงานที่เห็ดสามารถใช้ได้ง่ายคือ กลูโคสหรือเดกซ์โทรส แต่เห็ดหลายชนิดสามารถใช้สารประกอบคาร์บอน ที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น โพลิแซคคาไรด์ แป้ง เซลลูโลส เซลโลไบโอส และ ลิกนินจึงพบว่าเห็ดบางชนิดสามารถย่อยไม้ มูลสัตว์ ปุ๋ยหมักเป็นอาหารได้ ส่วนโปรตีนและไขมัน เห็ดสามารถย่อยได้จากสารประกอบเชิงซ้อน และในรูปที่ย่อยง่ายได้ขบวนการย่อยอาหารของเห็ด จะเป็นการปล่อยน้ำย่อยหรือแอนไซม์ออกมาภายนอกเส้นใยเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ให้เล็กลงจนละลายน้ำซึมเข้าไปในเซลล์ได้ จากนั้นการย่อยจึงเกิดขึ้นภายในเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปเห็ดไม่ค่อยใช้สารเคมีในรูปของเกลืออนินทรีย์การเติมเกลืออนินทรีย์ เช่น แมกนีเซียมซัลเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต ยิปซั่ม ปุ๋ยดับเบิลซุปเปอร์ฟอสเฟต ลงในกองปุ๋ยหมักแล้วต่อมาเป็นประโยชน์ต่อเห็ดนั้นมิใช่เพราะเห็ดนำไปใช้ได้โดยตรง แต่เมื่อเติมสารอาหารเหล่านี้ลงไปแล้ว จุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียหลายชนิดจะเจริญดี และบางส่วนของปุ๋ยได้กลายเป็นสารอินทรีย์ในตัวของแบคทีเรียซึ่งเห็ดจะนำไปใช้ได้ในภายหลัง

2.7.3 ความเป็นกรด-ด่าง

ตัวเลขที่ต่ำกว่า 7 แสดงถึงความเป็นกรด และหากมากกว่า 7 แสดงความเป็นด่างมากขึ้น เห็ดชอบความเป็นกลางคือ ที่ pH ประมาณ 7 หรือเป็นกรดเล็กน้อย เห็ดราจะทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรียในอาหารที่เป็นกรด เห็ดจะเจริญเฉพาะเส้นใยเท่านั้น แต่มีการสร้างดอกเห็ดได้ยาก การเกิดดอกเห็ดจะเกิดได้ดีใน pH ที่เป็นกลาง เนื่องจากการสลายตัวของอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อเห็ดจะเกิดขึ้นมากหากระดับ pH ของอาหารเป็นกลางนั่นเอง

2.7.4 อากาศ

เห็ดเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาเกิดดอกเห็ด ในความเป็นจริงเห็ดต้องการออกซิเจนมากตั้งแต่ระยะเป็นเส้นใย แต่ระยะเส้นใยจะทนต่อการขาดออกซิเจนได้ดีกว่าระยะเป็นดอกเห็ด ในโรงเพาะเห็ดมักจะพบปัญหาเรื่องอากาศเสมอ จากขบวนการหมักของวัสดุเพาะในกองหรือจากการหายใจของเส้นใยและดอกเห็ดเองจะได้คาร์บอนไดออกไซด์ หากมีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่เล็กน้อย จะเป็นการกระตุ้นเส้นใยในการสร้างตุ่มเห็ดหรือคาร์บอนไดออกไซด์ได้ ปรกติคาร์บอนไดออกไซด์จะมีในบรรยากาศ 0.03 เปอร์เซ็น แต่หากมีเพิ่มเป็น 0.1-0.2 เปอร์เซ็น จะกระตุ้นการเจริญของเส้นใยแต่ถ้าเพิ่มสูงมากเป็น 1 เปอร์เซ็น จะเป็นผลเสียในการเกิดดอกคือ มีดอกเห็ดน้อยลงหรือไม่เกิดดอกเห็ด นอกจากนี้ยังมีผลต่อดอกเห็ดคือดอกเห็ดฟางบานเร็วกว่าปกติ ในเห็ดนางรมอาจทำให้ลำต้นยืดยาวและดอกเห็ดหุบหรือไม่ยอมบานออกในโรงเพาะเห็ดขนาดใหญ่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศ จำเป็นต้องจัดระบบการหมุนเวียนอากาศ (ventilation) ให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้พัดลมช่วยถ่ายเทอากาศ

2.7.5 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดชอบสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย หรือการเกิดดอกเห็ดก็ตามขึ้นอยู่กับธรรมชาติดั้งเดิมของเห็ดชนิดนั้นๆ เช่น เห็ดหอม เห็ดแชมปิญอง ชอบอุณหภูมิต่ำหรือหนาวเย็น แต่เห็ดฟางและเห็ดลมชอบอุณหภูมิสูงกว่านั้น โดยในเห็ดฟางนั้น อุณหภูมิระหว่าง 24-38 องศาเซลเซียส การงอกของสปอร์ การเจริญของเส้นใยและดอกจะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส จะเป็นอันตรายหรือระงับการเจริญของเส้นใยอย่างไรก็ตามพบว่า เห็ดแทบทุกชนิดหรือโดยทั่วไป อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญด้านเส้นใยจะสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดดอกเห็ดหรือเกิดตุ่มเห็ด อยู่ประมาณ 3-5 องศาเซลเซียสนอกจากนี้ ดอกเห็ดที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะบานเร็วและโรยเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 ความชื้น

จุลินทรีย์ทั่วไปชอบอุณหภูมิสูง แต่เห็ดนั้นทนแล้งได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่น ความชื้นในการเพาะเลี้ยงเห็ดแบ่งได้เป็น 2 อย่างคือความชื้นวัสดุเพาะ (moisture) และความชื้นในอากาศ (relative humidity)

1. ความชื้นในวัสดุเพาะ สามารถควบคุมได้โดยการให้น้ำแต่ต้องระวังไม่ให้มากเกินไป เพราะจะทำให้เส้นใยระงับการเจริญหรือเปียกเกินไป จนมีจุลินทรีย์อื่น เช่น แบคทีเรียเจริญได้ดีกว่าเส้นใยเห็ด ยังทำให้วัสดุเพาะขาดออกซิเจนหรือลดลง เส้นใยอาจเจริญไม่ดีหรือเกิดความเสียหายได้ แต่ถ้าทิ้งให้แห้งเกินไปจะขาดน้ำจนสารอาหารไม่ละลายหรือมีสูญเสียน้ำออกไปจากเส้นใยเห็ด ทำให้เส้นใยชะงักการเจริญได้

2. ความชื้นในอากาศ เพิ่มได้โดยการพ่นละอองในอากาศ หากความชื้นมากเกินไปจะเกิดเส้นใยบริเวณโคนด้นดอกเห็ด ดอกเห็ดที่เจริญอยู่นั้นจะมีลักษณะคุณภาพต่ำ คือ ฉ่ำน้ำและการเกิดดอกเห็ดลดลงมากหากความชื้นในอากาศมีน้อย จะเกิดการระเหยน้ำออกไปจากดอกเห็ด ตอกเห็ดทั่วไปจะบอบบางและมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 90 % จึงทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญ ความชื้นสัมพัทธ์ทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 80-90 เปอร์เซ็น จึงจะไม่เกิดความเสียหายน้ำที่ให้ความชื้นควรเป็นน้ำสะอาดปราศจากการปะปนของสารเคมีหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ น้ำประปาที่มีส่วนผสมของคลอรีนควรใส่ภาชนะเปิดฝาให้คลอรีนระเหยไปก่อนประมาณ 2-3 วันจึงนำไปใช้

2.7.7 แสง

เห็ดหลายชนิดไม่จำเป็นต้องได้รับแสงสำหรับการเจริญเติบโตทั้งด้านเส้นใยและดอกเห็ด เห็ดฟางสามารถเพาะให้เกิดดอกเห็ดได้โดยไม่ได้รับแสงสว่างแม้แต่น้อย ในกรณีนี้ดอกเห็ดจะขาวกว่าธรรมดา แต่หากได้รับแสงมากสีดอกจะคล้ำหรือดำเห็ดหลายชนิดแม้ไม่ต้องการแสงในการเจริญแต่เมื่อให้ถูกแสงจะเจริญเอนเข้าหาแสง เช่นเห็ดนางรม อย่างไรก็ตามแสงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหอม หากขาดแสงจะทำให้สร้างครีบใต้หมวกไม่ได้ เห็ดหลายชนิดรวมทั้งเห็ดนางรมเมื่อได้รับแสงจะปล่อยสปอร์จากดอกได้ดีหรือแสงไปกระตุ้นการปล่อยสปอร์ของเห็ด

2.7.8 แรงดึงดูดของโลก

เห็ดที่มีดอกเป็นรูปทรงร่มมักเจริญเติบโตแนวต้านแรงดึงดูดของโลก ไม่ว่าจะจับวางในตำแหน่งใด หากเห็ดยังเจริญต่อไปจะมีการเจริญในแนวต้านกับแรงดึงดูดของโลกเสมอ ส่วนเห็ดหิ้งจะเจริญออกในแนวขนานกับพื้นโลกเสมอ

2.7.9 ปัญหาจากโรคและแมลง หรือสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตหลายๆ ประเภท มีทั้งจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ จัดเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์และทำลายเห็ดที่เราเพาะเลี้ยง ที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ จุลินทรีย์ ที่ช่วยในการหมักปุ๋ยให้สลายตัวอยู่ในรูปเหมาะกับเห็ดที่จะนำไปใช้เป็นอาหาร และบางชนิดก่อให้เกิดโทษจึงถูกจัดเป็นโรคและแมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเห็ดสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้แก่ สาหร่าย แบคทีเรีย รา ไวรัส แอคติโนมัยสิท ไส้เดือนฝอย ราเมือก กิ้งกือ ไส้เดือน ไร และหนู เป็นต้น

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัญชลี(2545) ได้ทดลองเก็บเชื้อพันธุ์เห็ด 5 ชนิด ได้แก่ เห็ดแครง เห็ดขอนขาว เห็ดหูหนู เห็ดนางรมฮังการี และเห็ดนางฟ้าภูฏาน ในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส โดยการเก็บในสภาพเส้นใยที่เจริญบนอาหารพีดีเอ และเมล็ดข้าวฟ่าง และทำการเติมและไม่เติมสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ซึ่งได้แก่ dimethylsulfoxide (DMSO) และ Glycerol ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 10 พบว่าเชื้อพันธุ์เห็ดทุกชนิดในทุกการทดลอง สามารถเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้เป็นระยะเวลา 1 และ 2 ปี โดยไม่กระทบต่อการมีชีวิตรอด และความแข็งแรงตลอดจนไม่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยเส้นใยยังเจริญได้เป็นปกติ และให้ผลผลิตซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส พบว่าเชื้อพันธุ์เห็ดหูหนูและเห็ดนางฟ้าภูฏานบางการทดลองได้ตายลง ซึ่งพบสาเหตุเกิดขึ้นเนื่องจาก ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้มีการเปิดๆปิดๆบ่อยครั้ง (ใช้ร่วมกับงานอื่นๆ เช่น งานชีวโมเลกุล) เป็นเหตุให้อุณหภูมิไม่สม่ำเสมอและขึ้นสูงสู่ระดับที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง (อุณหภูมิระหว่าง 4 ถึง -20 องศาเซลเซียส) จึงทำให้เซลล์แตก

รมย์ริญ และคณะ(2543) ได้ศึกษาวิธีการเก็บรักษาละอองเรณูระกำ 4 วิธีการ โดยแบ่งออกเป็นการเก็บที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และการเก็บในไนโตรเจนเหลว 3 วิธี พบว่าเมื่อนำมาทดสอบการงอกของละอองเรณูแล้ว ความงอกของละอองเรณูที่ถูกเก็บไว้ในไนโตรเจนเหลวทั้ง 3 วิธีมีความงอกที่ดีกว่าละอองเรณูที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สายพันธุ์เห็ด

- เห็ดแครง
- เห็ดขอนขาว
- เห็ดหูหนู
- เห็ดนางฟ้าภูฏาน
- เห็ดนางรมฮังการี

3.2 สารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

- สารเคมีสำหรับป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ (cryo-protectant) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ glycerol และ dimethysulfloxide (DMSO)
- ถังเก็บไนโตรเจนเหลว ระดับความเย็นที่ -196 องศาเซลเซียส
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส
- อ่างควบคุมอุณภูมิ (water bath)
- อาหารเลี้ยงเชื้อพีดีเอ (potato dextrose agar)
- เมล็ดข้าวฟ่างสำหรับเพาะเส้นใยเห็ด
- หลอด cryo-tube สำหรับเก็บชิ้นอาหาร
- ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar flow)
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง (autoclave)
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (incubator)
- เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดรูปชมพู่ เป็นต้น
- อุปกรณ์ตัดเส้นใย (cork borer)
- เข็มเขี่ยเชื้อ ลูป(loop) และคีมคีบ
- ตะเกียงแอลกอฮอล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย (อัญชลี, 2545)

3.3.1 ขั้นตอนที่1

การเตรียมเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด คือ เห็ดแครง เห็ดขอนขาว เห็ดหูหนู เห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดนางรมฮังการี บนอาหารพีดีเอ และบนอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง เพื่อเก็บเส้นใยเห็ดในอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง คือ -20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส โดยการไม่เติม และเติมสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ (cryo-protectant) 2 ชนิด ซึ่งได้แก่ glycerol และDMSO ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยเตรียมอาหารพีดีเอ จากน้ำต้มมันฝรั่ง ผงวุ้น น้ำตาลเด็กส์โทรส แล้วนำมาหลอม และเทลงในจานเลี้ยงเชื้อ 20 มิลลิลิตร เมื่ออาหารเย็นและแข็งตัว จึงนำเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิดมาถ่ายลงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ และพักบ่มไว้ประมาณ 10 วันจนเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิดเจริญเติบโตแข็งแรง จากนั้นใช้อุปกรณ์ตัดเส้นใยเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 2 มิลลิเมตร ตัดอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเส้นใยของเห็ดเป็นชิ้นๆ แล้วนำชิ้นของอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเส้นใย ใส่ลงไปในหลอด cryo-tube ขนาด 2 มิลลิลิตร หลอดละ 5 ชิ้น และในทำนองเดียวกัน ทำการเตรียมเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด และถ่ายลงบนเมล็ดข้าวฟ่างที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว บ่มจนเส้นใยของเห็ดเจริญคลุมเมล็ดข้าวฟ่าง หลังจากนั้นจึงนำเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเส้นใยเห็ดไปใส่ในหลอด cryo-tube ขนาด 2 มิลลิลิตร หลอดละ 5 เมล็ด โดยในระหว่างการเก็บชิ้นอาหารควรรักษาความสะอาดอุปกรณ์ทุกอย่างโดยการเช็ดแอลกอฮอลล์ตลอดเวลาเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดอื่น

หลังจากนั้น นำสารละลาย DMSO และ glycerol ที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 ไปนึ่งฆ่าเชื้อแล้วนำมาเติมลงในหลอด cryo-tube ให้ท่วมชิ้นของอาหารพีดีเอที่มีเส้นใยเห็ด และท่วมบนเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเส้นใยเห็ด แล้วนำหลอด cryo-tube ที่เตรียมไว้ไปเก็บยังอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง คือ -20 , -80 และ -196 องศาเซลเซียส โดยแต่ละอุณหภูมิจะมีหลอด cryo-tube ที่มีชิ้นอาหารพีดีเอและเมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มีการเติมสารใดๆ อย่างละ 9 หลอด และหลอด cryo-tube ที่มีชิ้นอาหารพีดีเอและเมล็ดข้าวฟ่างที่เติม DMSO อย่างละ 9 หลอด และหลอด cryo-tube ที่มีชิ้นอาหารพีดีเอและเมล็ดข้าวฟ่างที่เติม glycerol อย่างละ 9 หลอด

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2

การฟื้นคืนสภาพความมีชีวิตและการทดสอบการเจริญของเส้นใยบนอาหารพีดีเอ หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 ปี โดยเริ่มจากทำการเตรียมอาหารพีดีเอ และเทอาหารเหลวลงในจานเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ นำหลอด cryo-tube ที่บรรจุชิ้นวุ้นและเมล็ดข้าวฟ่างที่มีการเติมสารและไม่เติมสาร ขึ้นมาจากถังไนโตรเจนเหลว แล้วทำการปรับสภาพโดยการแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่ 30 องศาเซลเซียส เพื่อฟื้นความมีชีวิต เมื่อหลอดไม่มีความเย็นแล้ว ซึ่งรู้สึกได้เมื่อนำมาถือไว้ในมือหรือเมื่อนำมาแตะข้างแก้ม หลังจากนั้นนำชิ้นวุ้นหรือเมล็ดข้างฟ่างออกมาจากหลอดแล้วนำไปวางลงบนกึ่งกลางจานอาหารพีดีเอ แล้วทำการหุ้มขอบจานอาหารด้วยแผ่นพลาสติกใส บ่มเส้นใยเห็ดที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เพื่อให้เส้นใยเห็ดฟื้นคืนสภาพความมีชีวิต แล้วตรวจสอบอัตราการเจริญของเส้นใยเป็นมิลลิเมตรต่อวัน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเฉพาะขั้นตอนที่ 3 โดยนำเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด ที่เก็บรักษาไว้ด้วยวิธีในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นเวลา 4 ปี จากกลุ่มจุลชีววิทยาประยุกต์ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร มาทำการทดลองต่อ เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นเพียงโครงงานพิเศษซึ่งมีกำหนดเวลาที่ทำการทดลองเพียง 1 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการศึกษาความอยู่รอด (viability) ของเส้นใยเห็ดที่ได้เก็บรักษาไว้ตามกรรมวิธีการวิจัยขั้นตอนที่ 1-2 เป็นเวลา 4 ปี

จากการศึกษาความอยู่รอดของเส้นใยเห็ด 5 ชนิด ซึ่งได้แก่ เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี ที่ได้ผ่านกรรมวิธีการเก็บรักษาตามขั้นตอนที่ 1-2 ในวิธีดำเนินการวิจัย (หน้า 26) โดยนำเส้นใยมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร PDA และวัดอัตราการเจริญของเส้นใยแต่ละชนิด (มิลลิเมตรต่อวัน) ตามขั้นตอนที่ 3 ในวิธีดำเนินการวิจัย (หน้า 27) ได้ผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

เมื่อนำข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บรักษาไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ (ตารางที่ 4.1) พบว่าอาหารที่เส้นใยเห็ดเกาะและการเติมหรือไม่เติมสารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์มีผลทำให้อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดแต่ละชนิดโดยวิธี DMRT พบว่า เห็ดขอนขาวมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดนางฟ้าภูฏานมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน เมล็ดข้างฟ่างที่ไม่มีการเติมสารเคมีและมีการเติม DMSO 10% รวมถึงเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดหูหนูมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม DMSO 10%

สำหรับเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม DMSO 10% และเห็ดหูหนูที่เส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และเส้นใยที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติม DMSO 10% จะไม่พบการเจริญของเส้นใย สาเหตุอาจมาจาก ในการทดลองมีการเปิด-ปิด ตู้เก็บเส้นใยเห็ดบ่อยครั้ง เพราะมีการใช้ตู้เก็บเชื้อในหลายการทดลอง อาจเป็นผลทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจนน้ำในเซลล์ที่เคยแข็งตัวกลายเป็นน้ำ และเกิดการแข็งตัวอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิลดลงจนกลายเป็นผลึกน้ำแข็งภายในเซลล์จึงทิ่มแทงเซลล์ทำให้เซลล์บาดเจ็บ เกิดความเสียหายเส้นใยจึงไม่สามารถเจริญได้ หรือในอีกกรณี คือ เส้นใยของเห็ดทั้ง 2 ชนิด เกิดความเสียหายจากสารเคมีที่ใช้เติมเข้าไปในการเก็บรักษาเส้นใยเห็ด (DMSO 10%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	สารเคมี	เห็ดขอนขาว	เห็ดแครง	เห็ดนางฟ้าภูฏาน	เห็ดหูหนู	เห็ดนางรมฮังการี
Control	-	11.33	7.87	8.97	3.93	8.50
พีดีเอ	ไม่เติม	11.33[a]	7.87	8.97[a]	0.00[d]	8.50
	DMSO	9.73[b]	7.50	0.00[c]	4.60[a]	8.43
	Glycerol	10.97[ab]	7.80	8.6[ab]	4.37[b]	9.20
ข้าวฟ่าง	ไม่เติม	10.40[ab]	7.73	9.50[a]	3.83[c]	9.03
	DMSO	10.50[ab]	7.17	9.20[a]	0.00[d]	8.70
	Glycerol	10.60[ab]	7.30	8.73[ab]	3.87[c]	8.70
ค่าเฉลี่ย		10.59	7.51	9.01	4.17	8.76
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.50	0.25	0.31	0.33	0.27

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

หมายเหตุ เห็ดแครง และเห็ดนางรมฮังการีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Control หมายถึง เส้นใยเห็ดธรรมชาติที่ไม่ได้ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง (-20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส) และไม่มีการเติมสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส

เมื่อนำข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บรักษาไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) พบว่าอาหารที่เส้นใยเห็ดเกาะและการเติมหรือไม่เติมสารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์มีผลทำให้อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดแต่ละชนิดโดยวิธี DMRT พบว่า เห็ดขอนขาวมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม glycerol 10% เห็ดนางฟ้าภูฏานมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมีและมีการเติม DMSO 10% รวมถึงเส้นใยที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10% เห็ดหูหนูมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบนเมล็ดข้างฟ่าง ที่มีการเติม glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	สารเคมี	เห็ดขอนขาว	เห็ดแครง	เห็ดนางฟ้าภูฏาน	เห็ดหูหนู	เห็ดนางรมฮังการี
Control	-	11.33	7.87	8.97	3.93	8.50
พีดีเอ	ไม่เติม	10.60^{bc}	7.33	8.63^{a}	3.27^{b}	8.37
	DMSO	10.33^{c}	7.07	8.83^{a}	3.80^{b}	8.60
	Glycerol	11.83^{a}	7.83	7.70^{bc}	3.63^{b}	8.53
ข้าวฟ่าง	ไม่เติม	10.33^{c}	7.20	8.40^{ab}	3.57^{b}	9.10
	DMSO	10.53^{c}	7.27	8.83^{a}	3.77^{b}	8.43
	Glycerol	11.27^{ab}	7.43	7.43^{c}	4.57^{a}	8.10
ค่าเฉลี่ย		10.82	7.36	8.30	3.77	8.52
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.55	0.24	0.55	0.40	0.30

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

หมายเหตุ เห็ดแครง และเห็ดนางรมฮังการีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Control หมายถึง เส้นใยเห็ดธรรมชาติที่ไม่ได้ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง (-20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส) และไม่มีการเติมสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส

เมื่อนำข้อมูลการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บรักษาไว้ที่ -196 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) พบว่าอาหารที่เส้นใยเห็ดเกาะและการเติมหรือไม่เติมสารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์มีผลทำให้อัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด (เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี) แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดแต่ละชนิดโดยวิธี DMRT พบว่า เห็ดขอนขาว มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม DMSO 10% และ glycerol 10% เห็ดแครง มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดนางฟ้าภูฏาน มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน เมล็ดข้างฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม DMSO 10% และ glycerol 10% เห็ดหูหนู มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม DMSO 10% และเส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม glycerol 10% เห็ดนางรมฮังการี มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มีการเติมสารเคมี

สำหรับเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี ในการทดลองจะไม่พบการเจริญของเส้นใย สาเหตุอาจมาจาก การเก็บเมื่อเริ่มต้น เส้นใยของเห็ดอาจเกาะวุ้น PDA ที่ใช้เก็บลงในหลอด cryotube ปริมาณน้อยเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานาน อาจเกิดความเสียหายต่อเส้นใยเห็ดจึงไม่สามารถเจริญได้ หรือในอีกกรณี คือ อัตราของระยะเวลาในการเก็บเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน ที่เกาะบน PDA และไม่มีการเติมสารเคมีนั้น มีอัตราการเก็บที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียสในไนโตรเจนเหลว ไม่เกิน 4 ปี ถ้าเก็บในระยะเวลาที่เกินกำหนดนี้ เส้นใยของเห็ดนางฟ้าภูฏานจะไม่สามารถเจริญได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 การเจริญของเส้นใยเชื้อพันธุ์เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	สารเคมี	เห็ดขอนขาว	เห็ดแครง	เห็ดนางฟ้าภูฏาน	เห็ดหูหนู	เห็ดนางรมฮังการี
Control	-	11.33	7.87	8.97	3.93	8.50
พีดีเอ	ไม่เติม	9.87^{c}	9.30^{a}	0.00^{c}	4.57^{ab}	8.37^{b}
	DMSO	10.67^{bc}	7.60^{bc}	8.10^{ab}	5.60^{a}	8.53^{b}
	Glycerol	10.83^{b}	7.67^{b}	7.40^{b}	4.60^{ab}	9.07^{ab}
ข้าวฟ่าง	ไม่เติม	12.03^{a}	7.33^{bcd}	9.23^{a}	5.03^{a}	9.90^{a}
	DMSO	11.73^{a}	6.53^{d}	9.10^{a}	3.87^{b}	8.47^{b}
	Glycerol	11.73^{a}	6.73^{cd}	8.77^{a}	5.63^{a}	8.33^{b}
ค่าเฉลี่ย		11.14	7.53	8.52	4.88	8.78
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.75	0.89	0.68	0.62	0.56

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

หมายเหตุ เห็ดแครง และเห็ดนางรมฮังการีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Control หมายถึง เส้นใยเห็ดธรรมชาติที่ไม่ได้ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง (-20, -80 และ -196 องศาเซลเซียส) และไม่มีการเติมสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการศึกษาระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ด

จากการศึกษาระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ดตั้งแต่เริ่มลงเชื้อเห็ดบนอาหาร PDA จนเส้นใยเห็ดเจริญเต็มจานเพาะเลี้ยง (ตารางที่ 4.4) พบว่าเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด ที่เกาะอยู่บนอาหารที่ต่างกัน รวมถึงมีการเติมสารเคมีป้องกันการแข็งตัวของน้ำในเซลล์ และไม่มีการเติมสารเคมี มีระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ต่างกันประมาณ 1-2 วัน) แต่ในเส้นใยเห็ดหูหนู และเห็ดนางฟ้าภูฏาน ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการเจริญน้อยกว่าเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส แสดงว่าเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงกว่าเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 และ-80 องศาเซลเซียส เส้นใยเห็ดอีก 3 ชนิดที่เหลือ (เห็ดขอนขาว เห็ดแครง และเห็ดนางรมฮังการี) จะมีระยะเวลาในการเจริญที่ใกล้เคียงกัน ความแข็งแรงของเส้นใยจึงไม่แตกต่างกันในแต่ละอุณหภูมิ

หมายเหตุ ระยะเวลาในการเจริญจะบ่งบอกถึง ความแข็งแรง (vigor) ของเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด ถ้าใช้เวลาในการเจริญน้อย หมายถึง เส้นใยเห็ดมีความแข็งแรงมากและในทางตรงกันข้าม หากเส้นใยเห็ดชนิดใด ใช้เวลาในการเจริญมาก หมายถึง เส้นใยเห็ดมีความแข็งแรงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ดชนิดต่างๆตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเส้นใยเจริญจนเต็มจานเพาะเลี้ยงเชื้อ โดยนับเป็นจำนวนวันในการเจริญ

อาหาร	สารเคมี	อุณหภูมิ °C	เห็ดขอนขาว	เห็ดแครง	เห็ดนางฟ้าภูฏาน	เห็ดหูหนู	เห็ดนางรมฮังการี
PDA	ไม่เติม	-20	6	7	7	13	7
		-80	6	7	7	13	7
		-196	5	7	0	13	7
	DMSO	-20	6	7	0	14	7
		-80	6	8	7	14	7
		-196	6	7	6	13	7
	Glycerol	-20	6	9	7	13	8
		-80	6	7	8	13	7
		-196	5	7	7	12	7
ข้าวฟ่าง	ไม่เติม	-20	6	8	6	13	7
		-80	6	7	7	13	7
		-196	6	7	6	12	6
	DMSO	-20	6	8	7	0	8
		-80	6	7	7	15	7
		-196	6	7	6	13	7
	Glycerol	-20	6	8	8	14	8
		-80	6	7	8	14	7
		-196	6	7	7	13	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาด้านอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ด(มิลลิเมตรต่อวัน)ของเชื้อพันธุ์เห็ดทั้ง 5 ชนิด คือ เห็ดขอนขาว เห็ดแครง เห็ดนางฟ้าภูฏาน เห็ดหูหนู และเห็ดนางรมฮังการี ที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส พบว่าเห็ดขอนขาวมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดนางฟ้าภูฏานมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มีการเติมสารเคมีและมีการเติม DMSO 10% รวมถึงเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดหูหนูมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม DMSO 10% ส่วนเส้นใยของเห็ดแครงและเห็ดนางรมฮังการีไม่ว่าเส้นใยจะเกาะอยู่บน PDA หรือบนเมล็ดข้าวฟ่าง และจะมีการเติมสารเคมี (DMSO 10% และ glycerol 10%)หรือไม่มีการเติมสารเคมี จะให้ผลดีไม่แตกต่างกัน สำหรับที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เห็ดขอนขาวมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม glycerol 10% เห็ดนางฟ้าภูฏานมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมีและมีการเติม DMSO 10% รวมถึงเส้นใยที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10% เห็ดหูหนูมีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อเส้นใยเกาะบนเมล็ดข้างฟ่าง ที่มีการเติม glycerol 10% ส่วนเส้นใยของเห็ดแครงและเห็ดนางรมฮังการีไม่ว่าเส้นใยจะเกาะอยู่บน PDA หรือเมล็ดข้าวฟ่าง และจะมีการเติมสารเคมี (DMSO 10% และ glycerol 10%) หรือไม่มีการเติมสารเคมี ให้ผลดีไม่แตกต่างกัน สำหรับเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส เห็ดขอนขาว มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม DMSO 10% และ glycerol 10% เห็ดแครง มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี เห็ดนางฟ้าภูฏาน มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน เมล็ดข้างฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม DMSO 10% และ glycerol 10% เห็ดหูหนู มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน PDA ที่มีการเติม DMSO 10% และเส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี และมีการเติม glycerol 10% เห็ดนางรมฮังการี มีอัตราการเจริญที่ดีที่สุดเมื่อ เส้นใยเกาะบน เมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มีการเติมสารเคมี

ในการศึกษาระยะเวลาในการเจริญของเส้นใยเห็ด ซึ่งบ่งบอกถึง ความแข็งแรง (vigor) ของเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิด พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญของเส้นใยเห็ดทั้ง 5 ชนิดต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ต่างกันประมาณ 1-2 วัน) แต่ในเส้นใยเห็ดหูหนู และเห็ตนางฟ้าภูฏาน ที่เก็บไวในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการเจริญน้อยกว่าเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส ดังนั้นเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงกว่าเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน และเห็ดหูหนู ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 และ-80 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส เส้นใยเห็ดอีก 3 ชนิด คือ เห็ดขอนขาว เห็ดแครง และเห็ดนางรมฮังการี มีระยะเวลาในการเจริญ ใกล้เคียงกัน ความแข็งแรงของเส้นใยจึงไม่แตกต่างกันในแต่ละอุณหภูมิ

จากข้อมูลของผลการทดลองที่ได้ แสดงว่าการเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตที่ดีแต่อาจมีปัญหาเรื่องเส้นใยเห็ด ที่ได้รับความเสียหายเพราะที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสนั้นไม่สามารถทำให้เกิดการแข็งตัวอย่างรวดเร็ว ผลึกน้ำแข็งจึงมีขนาดใหญ่กว่าทีอุณหภูมิต่ำกว่า ซึ่งยิ่งอุณหภูมิต่ำมากเท่าไรผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นก็จะมีขนาดเล็กลงเท่านั้น จึงทำให้เกิดความเสียหายแก่เซลล์น้อยกว่าผลึกน้ำแข็งที่มีขนาดใหญ่ (สุญาณี, 2548) การเจริญของเส้นใยเห็ดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียสนั้นมีการเจริญที่ดีในระดับหนึ่ง แต่มีความแข็งแรงต่ำเนื่องจากต้องใช้ระยะเวลามากในการเจริญเติบโตในพื้นที่ที่กำหนด สุดท้ายการเก็บรักษาเส้นในเห็ดที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส ในไนโตรเจนเหลว มีการเจริญของเส้นใยเห็ต และมีความแข็งแรงที่ดี อาจเนื่องจากการเก็บในไนโตรเจนเหลวนั้นมีอุณหภูมิต่ำมาก และอุณหภูมิค่อนข้างคงที่เพราะอยู่ในระบบปิด

จากข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดที่ต้องการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์ โดยใช้ข้อดีข้อเสียของการเก็บในแต่ละอุณหภูมิ มาตัดสินใจวิเคราะห์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2540. เอกสารประกอบการสัมมนาเห็ดแห่งชาติ 6-9 มีนาคม 2540 ณ หอประชุมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

กุศล ถมมา. 2545. สัณฐานวิทยาและศักยภาพในการเพาะเลี้ยงเห็ดป่ากินได้จากอำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จิราพร นิลฉวี. 2546. การศึกษาสัณฐานวิทยาและความสัมพันธุ์ทางพันธุกรรมของเห็ดบางชนิดในสกุล *Pleurotus* โดยเทคนิค PCR/RFLP. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จันทิมาภรณ์ นววงศ์วิวัฒน์. 2547. สัณฐานวิทยาและระบบเพศของเห็ดกินได้บางชนิดในสกุล *Lentinus* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ์. 2531. การเพาะเห็ดและเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. ชุมนุมเกษตรกรในอนาคตแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 16.

ดำเกิง ป้องพาล. 2546. ฐานข้อมูลเห็ดมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

นพรัตน์ บำรุงรักษ์. 2547. โครงการ แผนที่ภูมินิทัศน์ภาคใต้ เรื่อง เห็ด.

นิรนาม. 2548. ผัก 333 ชนิด คุณค่าอาหารและการกิน. สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ.

เนาวรัตน์ อิทธิฤทธิกุล. 2535. อิทธิพลของสารละลายไฮโดรโปนิค (Hydroponic solution) ที่มีต่อผลผลิตของเห็ดนางรม. ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บรรณ บูรณะชนบท. 2532. การเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ.

บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร. 2537. การเพาะเห็ดฟาง. ชมรมนักเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532. จุลชีววิทยา เล่ม 2 . กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

ปัญญา โพฐิติรัตน์. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรีชา รัดนัง. 2546. ฐานข้อมูลเห็ดมหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2536. การผลิตเห็ด. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์หาดใหญ่. สงขลา.

วิฑูรย์ พลาวุฑฒ์. 2527. การทำเชื้อและการเพาะเห็ด. ดวงกมลสมัย. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาทินี ซื่อตรง. 2547. สัณฐานวิทยาและระบบการผสมพันธุ์ของเห็ดกินได้บางชนิดในสกุล *Pleurotus* วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุญาณี เวสสบุตร. 2548. สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. องค์การสวนพฤกษศาสตร์. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2527. เห็ดเมืองไทย. กองวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร.

อัญชลี เชียงกูล. 2545. การเก็บรักษาเชื้อพันธุ์เห็ดในอุณหภูมิยิ่งยวด. กลุ่มจุลชีวิทยาประยุกต์ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา.

อานนท์ เอื้อดระกูล. 2530. ประวัติและการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฏาน. แสงทวีการพิมพ์.

อสท."Young Traveller". 2545. เรื่องเห็ดในประเทศไทย. ฉบับที่ 11 เดือนกรกฎาคม.

Alexopoulos, C.J. and Mims, C.W. 1979. Introductory Mycology. John Wiley and Son Inc. Singapore.

Bartholomem, K.A, Marion, A.L., Novotny,C.P. and Ullrich, R.C. 1996. 371-384. A Case study of Fungal Development and Genetic : Schizophyllum commune. In C.J. Bos(editor) : Fungal Genetics, Principles and Practice. New York : Marcel dekker Inc.

Hawksworth, D L, Kirk, P M, Sutton, B C and Pegler, D N. 1995. Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi. 8th Edition. International Mycological Institute.

Kuo, M. 2002. *Auricularia auricula:* The jelly ear. Retrieved from the MushroomExpert.com. Website: http://www.mushroomexpert.com/auricularia_auricula.html

Kibby, G. 1979. Mushrooms and Toadstools A Field Guide. Oxford, N.Y., Toronto, Melbourne, Oxford University Press.

Oei, P. 1991. Manual on Mushroom Cultivation: Techniques, Species and Opportunities for Commercial Applications in Developing Countries. Tool Publications, Amsterdam.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1.1 การเตรียมอาหารPotato Dextrose Agar (PDA)

ใช้อาหารพีดีเอ ที่เตรียมขึ้นจากหัวมันฝรั่งสด ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

มันฝรั่ง	200	กรัม
Dextrose	20	กรัม
ผงวุ้น	15	กรัม
น้ำ	1000	มิลลิลิตร

วิธีการทำ

1.นำหัวมันฝรั่งมาปอกเปลือกออก แล้วหั่นเป็นชิ้นๆให้มีขนาดเล็ก แล้วนำไปต้มในน้ำประมาณ 500 มิลลิลิตร

2.ต้มจนเดือดสักครู่ก็กรองเอามันฝรั่งออก เติมน้ำเพิ่มลงไปพอประมาณ นำน้ำต้มมันฝรั่งมาต้มต่อ โดยเติมผงวุ้นและDextroseลงไป ใช้ทัพพีคนจนผงวุ้นละลาย สังเกตโดยดูที่บริเวณทัพพีว่ายังมีเม็ดของวุ้นเกาะอยู่หรือไม่

3.เมื่อต้มจนวุ้นละลายดีแล้ว นำน้ำต้มที่ได้มาปรับปริมาตรจนได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

4.แบ่งใส่ในขวด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วนำมาเทลงจานเพาะเลี้ยง

1.2 การเตรียมเมล็ดข้าวฟ่าง

1.นำเมล็ดข้าวฟ่างมาล้างให้สะอาด แล้วแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืนเพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างนิ่ม

2.นำเมล็ดข้าวฟ่างมาต้มไฟปานกลาง ต้มจนเมล็ดข้าวฟ่างนุ่มและเริ่มแตกประมาณร้อยละ 10 ของปริมาณเมล็ดข้าวฟ่างทั้งหมด

3.นำเมล็ดข้าวฟ่างที่ต้มแล้วมาสะเด็ดน้ำบนตะแกรง โดยห้ามนำน้ำมาผ่านเพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างมีอุณหภูมิลดลงโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้เมล็ดข้าวฟ่างอมน้ำและแฉะ เมื่อสะเด็ดน้ำเสร็จก็เอามาผึ่งบนกระดาษหนังสือพิมพ์เพื่อให้กระดาษดูดซับน้ำออก เมล็ดข้าวฟ่างจะได้แห้งเร็วขึ้น

4.เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเริ่มแห้งมากขึ้น ก็นำมาแบ่งใส่ขวด แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางบันทึกผลการทดลองโดยละเอียด

ตารางที่ ข1 การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	11.4	11.3	11.3	11.33	0.05
P/D	9.6	9.6	10.0	9.73	0.19
P/G	12.0	9.8	11.1	10.97	0.08
S/N	9.9	10.9	10.4	10.40	0.41
S/D	10.8	10.3	10.4	10.50	0.22
S/G	10.6	10.5	10.7	10.60	0.08

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข2 การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	8.1	7.3	8.2	7.87	0.40
P/D	7.6	7.5	7.4	7.50	0.08
P/G	8.3	7.9	7.2	7.80	0.45
S/N	7.5	7.5	7.3	7.43	0.09
S/D	7.3	6.5	7.7	7.17	0.50
S/G	7.4	7.2	7.3	7.30	0.08

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข3 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	9.0	9.0	8.9	8.97	0.05
P/D	0	0	0	0	0
P/G	8.3	8.7	9.0	8.67	0.29
S/N	9.0	9.6	9.9	9.50	0.37
S/D	9.1	9.1	9.4	9.20	0.14
S/G	8.6	8.6	9.0	8.73	0.19

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข4 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	0	0	0	0	0
P/D	4.5	4.5	4.8	4.60	0.14
P/G	4.3	4.1	4.7	4.37	0.25
S/N	3.8	3.9	3.8	3.83	0.05
S/D	0	0	0	0	0
S/G	3.9	3.7	4.0	3.87	0.12

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข5 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	8.7	8.3	8.5	8.50	0.16
P/D	8.3	8.0	8.9	8.43	0.34
P/G	9.4	9.5	8.8	9.20	0.36
S/N	9.6	8.8	8.7	9.03	0.40
S/D	9.0	8.6	8.5	8.70	0.22
S/G	8.8	8.8	8.5	8.70	0.14

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข6 การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	10.9	10.4	10.5	10.60	0.22
P/D	10.5	10.4	10.1	10.33	0.17
P/G	11.8	11.9	11.8	11.83	0.05
S/N	10.1	10.8	10.1	10.33	0.33
S/D	10.6	10.6	10.4	10.53	0.09
S/G	11.3	11.6	10.9	11.27	0.29

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glyeerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข7 การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	7.1	7.5	7.4	7.33	0.17
P/D	7.2	7.3	6.7	7.07	0.26
P/G	6.8	8.1	8.6	7.83	0.76
S/N	6.7	7.7	7.2	7.20	0.41
S/D	7.1	7.5	7.2	7.27	0.17
S/G	8.0	6.7	7.6	7.43	0.54

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข8 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	8.0	8.8	9.1	8.63	0.46
P/D	8.8	8.9	8.8	8.83	0.05
P/G	7.6	7.8	7.7	7.70	0.08
S/N	8.4	8.5	8.3	8.40	0.08
S/D	9.1	8.8	8.6	8.83	0.21
S/G	7.6	7.2	7.5	7.43	0.17

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข9 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	3.0	3.5	3.3	3.27	0.21
P/D	3.9	4.0	3.5	3.80	0.22
P/G	3.4	3.7	3.8	3.63	0.17
S/N	3.9	3.4	3.4	3.57	0.24
S/D	3.8	4.0	3.5	3.77	0.21
S/G	4.0	4.9	4.8	4.57	0.40

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข10 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 80 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	7.8	8.9	8.4	8.37	0.45
P/D	9.5	8.1	8.2	8.60	0.64
P/G	8.7	8.3	8.6	8.53	0.17
S/N	8.9	9.4	9.0	9.10	0.22
S/D	8.2	8.2	8.9	8.43	0.33
S/G	8.1	8.2	8.0	8.10	0.08

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข11 การเจริญของเส้นใยเห็ดขอนขาว (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	10.1	10.4	9.1	9.87	0.56
P/D	10.5	10.7	10.8	10.67	0.12
P/G	11.0	10.8	10.7	10.83	0.13
S/N	12.5	12.0	11.6	12.03	0.37
S/D	11.5	11.8	11.9	11.73	0.17
S/G	11.4	11.7	12.1	11.73	0.29

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข12 การเจริญของเส้นใยเห็ดแครง (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	9.1	9.5	9.3	9.30	0.16
P/D	7.4	7.8	7.6	7.60	0.16
P/G	7.8	8.1	7.1	7.67	0.42
S/N	7.4	7.1	7.5	7.33	0.17
S/D	6.6	6.2	6.8	6.53	0.25
S/G	6.6	7.3	6.3	6.73	0.42

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข13 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏาน (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	0	0	0	0	0
P/D	8.1	7.7	8.5	8.10	0.71
P/G	7.5	7.4	7.3	7.40	0.08
S/N	9.5	9.3	8.9	9.23	0.25
S/D	9.5	9.0	8.8	9.10	0.29
S/G	8.8	8.8	8.7	8.77	0.05

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเดิมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข14 การเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	4.5	4.8	4.4	4.57	0.17
P/D	5.5	5.3	6.0	5.60	0.29
P/G	4.3	5.1	4.4	4.60	0.35
S/N	4.7	4.9	5.5	5.03	0.34
S/D	3.4	4.5	3.7	3.87	0.46
S/G	5.6	5.8	5.5	5.63	0.12

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข15 การเจริญของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการี (มิลลิเมตรต่อวัน) หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 196 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 4 ปี

อาหาร	จำนวนซ้ำ			ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	1	2	3		
P/N	8.3	8.7	8.1	8.37	0.25
P/D	8.8	8.3	8.5	8.53	0.21
P/G	9.4	8.3	9.5	9.07	0.54
S/N	10.0	10.0	9.7	9.90	0.14
S/D	8.5	8.5	8.4	8.47	0.05
S/G	7.5	8.9	8.6	8.33	0.60

หมายเหตุ P/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

P/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

P/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบน PDA ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

S/N หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่ไม่มีการเติมสารเคมี

S/D หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร DMSO 10%

S/G หมายถึง เส้นใยเห็ดที่เกาะบนเมล็ดข้าวฟ่าง ที่มีการเติมสาร glycerol 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเส้นใยเห็ด

ตารางที่ ค1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	7.64		
Treatment	5	4.42	0.88	3.26*
Error	12	3.22	0.27	

C.V. = 4.91%

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

ตารางที่ ค2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
PDA ไม่เติมสารเคมี	-					
PDA เติม glycerol 10%	0.64	-				
เมล็ดข้าวฟ่าง เติม glycerol 10%	0.73	0.37	-			
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO10%	0.83	0.47	0.1	-		
เมล็ดข้าวฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	0.93	0.57	0.2	0.1	-	
PDA เติม DMSO 10%	1.60*	0.24	0.87	0.77	0.67	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	3.06		
Treatment	5	1.14	0.23	1.44^{ns}
Error	12	1.92	0.16	

C.V. = 5.34%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ค4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	8.40		
Treatment	5	5.56	1.11	4.63*
Error	12	2.84	0.24	

C.V. = 5.59%

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	-					
เมล็ดข้าวฟ่าง เติม DMSO 10%	0.30	-				
PDA ไม่เติมสารเคมี	0.53	0.23	-			
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	0.77	0.47	0.24	-		
PDA เติม glycerol 10%	0.83	0.53	0.30	0.06	-	
PDA เติม DMSO 10%	9.50*	9.20*	8.97*	8.73*	8.67*	-

ตารางที่ ค6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	2.47		
Treatment	5	1.72	0.34	5.67*
Error	12	0.75	0.06	

C.V. = 5.86%

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
PDA เติม DMSO 10%	-					
PDA เติม glycerol 10%	0.23*	-				
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	0.73	0.50*	-			
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	0.77	0.54	0.10	-		
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	4.60	4.37	3.87*	3.83*	-	
PDA ไม่เติมสารเคมี	4.60	4.37	3.87	3.83	0.00	-

ตารางที่ ค8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-20 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	2.83		
Treatment	5	1.14	0.29	2.42^{ns}
Error	12	1.40	0.12	

C.V. = 3.95%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	6.32		
Treatment	5	5.49	1.10	15.71**
Error	12	0.83	0.07	

C.V. = 2.45%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
PDA เติม glycerol 10%	-					
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	0.56	-				
PDA ไม่เติมสารเคมี	1.23*	0.67	-			
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	1.30	0.74*	0.07	-		
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	1.50	0.94	0.27	0.20	-	
PDA เติม DMSO 10%	1.50	0.94	0.27	0.20	0.00	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	4.54		
Treatment	5	1.05	0.21	0.70^{ns}
Error	12	3.49	0.30	

C.V. = 7.44%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ ค12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	6.31		
Treatment	5	5.40	1.08	13.50**
Error	12	0.91	0.08	

C.V. = 3.41%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค13 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	-					
PDA เติม DMSO 10%	0.00	-				
PDA ไม่เติมสารเคมี	0.20	0.20	-			
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	0.43	0.43	0.23	-		
PDA เติม glycerol 10%	1.13*	1.13*	0.93*	0.70	-	
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	1.40	1.40	1.20	0.97*	0.27	-

ตารางที่ ค14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	3.98		
Treatment	5	2.85	0.57	6.33*
Error	12	1.13	0.09	

C.V. = 7.96%

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค15 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	-					
PDA เติม DMSO 10%	0.90*	-				
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	0.93	0.03	-			
PDA เติม glycerol 10%	1.07	0.17	0.14	-		
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	1.13	0.23	0.20	0.06	-	
PDA ไม่เติมสารเคมี	1.43	0.53	0.50	0.36	0.30	-

ตารางที่ ค16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมฮังการีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-80 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	4.05		
Treatment	5	1.65	0.33	1.65^{ns}
Error	12	2.40	0.20	

C.V. = 5.26%

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	12.08		
Treatment	5	10.32	2.06	20.6**
Error	12	1.17	0.10	

C.V. = 2.84%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค18 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดขอนขาวที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	-					
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	0.30	-				
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	0.30	0.00	-			
PDA เติม glycerol 10%	1.20*	0.90*	0.90*	-		
PDA เติม DMSO 10%	1.40	1.09	1.09	0.16	-	
PDA ไม่เติมสารเคมี	2.20	1.86	1.86	0.96*	0.80	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	15.96		
Treatment	5	14.47	2.89	24.08**
Error	12	1.49	0.12	

C.V. = 4.60%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค20 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแครงที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
PDA ไม่เติมสารเคมี	-					
PDA เติม glycerol 10%	1.63*	-				
PDA เติม DMSO 10%	1.70	0.07	-			
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	1.97	0.34	0.27	-		
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	2.57	0.94*	0.87	0.60	-	
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	2.77	1.14	1.07*	0.80	0.20	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	13.04		
Treatment	5	10.54	2.11	10.08**
Error	12	2.50	0.21	

C.V. = 5.26%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค22 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฏานที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	-					
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	0.13	-				
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	0.46	0.33	-			
PDA เติม DMSO 10%	1.13	1.00	0.67	-		
PDA เติม glycerol 10%	1.83*	1.70*	1.37*	0.70	-	
PDA ไม่เติมสารเคมี	9.23	9.10	8.77	8.10*	7.40*	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	8.70		
Treatment	5	6.93	1.39	9.27**
Error	12	1.77	0.15	

C.V. = 7.94%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค24 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดหูหนูที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	-					
PDA เติม DMSO 10%	0.03	-				
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	0.60	0.57	-			
PDA เติม glycerol 10%	1.03	1.00	0.43	-		
PDA ไม่เติมสารเคมี	1.06	1.03	0.46	0.30	-	
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	1.76*	1.73*	1.16*	0.73	0.70	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมยังการีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ-196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Source of variation	df	SS	MS	F
Total	17	7.95		
Treatment	5	5.60	1.12	5.60**
Error	12	2.35	0.20	

C.V. = 5.09%

** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.01

ตารางที่ ค26 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยวิธี DMRT ของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมยังการีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส บนอาหาร PDA

Treatment	เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับ 0.05					
	1	2	3	4	5	6
เมล็ดข้างฟ่าง ไม่เติมสารเคมี	-					
PDA เติม glycerol 10%	0.83	-				
PDA เติม DMSO 10%	1.37*	0.54	-			
เมล็ดข้างฟ่าง เติม DMSO 10%	1.43	0.60	0.06	-		
PDA ไม่เติมสารเคมี	1.53	0.70	0.16	0.10	-	
เมล็ดข้างฟ่าง เติม glycerol 10%	1.57	0.74	0.20	0.14	0.04	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้