

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสร้างลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดโดยวิธีการผสมพันธุ์
แบบดั้งเดิม

Hybridization between *Lentinus squarrosulus* (Mont.) Pegler and
L. polychrous Lév by conventional method



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hybridization between *Lentinus squarrosulus* (Mont.) Pegler and
L. polychrous Lév by conventional method



A PROJECT SUBMITTED FOR FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE
OF BACHELOR OF SCIENCE IN BIOTECHNOLOGY,
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF
TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง การสร้างลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบดโดยวิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม

นักศึกษา นางสาวเขวภา วัฒนผ่องใส
นายสุรเชษฐ์ พัฒนพานิชสวัสดิ์

ภาควิชา ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.พรรณี จิตาภิชิต

ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อนุมัติให้โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

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

(รศ.ดร.นวลพรรณ ณ ระนอง)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การสร้างลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคดโดยวิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม
นักศึกษา	นางสาวเยาวภา วัฒนพ่องใส นายสุรเชษฐ์ พัฒนพานิชสวัสดิ์
ภาควิชา	ชีววิทยาประยุกต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีชีวภาพ
ปีการศึกษา	2547
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.พรรณี ฐิตาภิชิต

บทคัดย่อ

การศึกษาการสร้างลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาว [*Lentinus squarrosulus* (Mont.) Pegler] และเห็ดคด (*L. polychrous* Lév.) โดยวิธีดั้งเดิม ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธีย่อยคือ วิธี monmon-mating และวิธี dimon-mating นั้นทำโดยใช้เส้นใยไมโนคาร์บอนที่ทราบชนิดของ mating type (A_1B_1 , A_2B_2 , A_1B_2 , A_2B_1) ที่ได้จากงานวิจัยของจันทิมาภรณ์(2547) มาทำการทดลอง ผลการทดลองพบว่าได้ลูกผสมทั้งหมด 7 สายพันธุ์ ซึ่งได้จากวิธี monmon-mating จำนวน 5 สายพันธุ์ คือ LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5 และ LS11.LP7 และวิธี dimon-mating 2 สายพันธุ์ คือ DP.LS11 และ DS.LP4

ลูกผสมสายพันธุ์ LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7 และ DP.LS11 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาหลักๆ คือ หมวกดอกเห็ดมีลักษณะตรงกลางหมวกดอกนูนเป็นช่อง (central depressed) สีของหมวกดอกมีสีครีมอมน้ำตาล ครีบมีการติดกับก้านดอกเป็นบริเวณกว้าง (adnate) มีขนสีน้ำตาลกระจายทั่วผิว สีของสปอร์พิมพ์สีเหลืองครีม ซึ่งเป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกับเห็ดขอนขาว

ลูกผสมสายพันธุ์ DS.LP4 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายกับเห็ดคดมากกว่าเห็ดขอนขาว กล่าวคือ หมวกดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายกรวยตรงกลางนูนเล็กเกือบถึงก้านดอก (infundibuliform) ครีบมีการติดกันยาวไปตามก้าน (decurrent) โดยมีลักษณะที่คล้ายกับเห็ดขอนขาวคือ ผิวหมวกมีขนสีน้ำตาลกระจายทั่วผิวหมวกและสปอร์พิมพ์มีสีเหลืองครีม

Special Project Title Hybridization between *Lentinus squarrosulus*
and *L. polychrous* by conventional method

Name Yaowapa Watanaponsai
Surachet Patanapanitsawat

Department Applied Biology

Program Biotechnology

Academic Year 2004

Special Project Advisor Assoc.Prof.Dr. Pannee Dhitaphichit

ABSTRACT

The studies on hybridization between *Lentinus squarrosulus* (Mont.) Pegler and *L. polychrous* Lév were carried out in two methods. The first one was monmon – mating and the second method was dimon – mating. The results were that 5 hybrids from monmon – mating (LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5 and LS11.LP7) and 2 hybrids from dimon – mating (DP.LS11 and DS.LP4) were obtained. Hybrids LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7 and DP.LS11 had similar characteristics to *L. squarrosulus*, for example, creamy fruiting bodies, central depressed caps, adnated gills and creamy spore print, while DS.LP4 was similar to *L. polychrous* by having infudibuliform caps, decurrent gills and to *L. squarrosulus* by having creamy spore print.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.พรรณี จูคาภิชิต อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและการปรึกษาต่างๆ รวมทั้งการเรียบเรียงโครงการพิเศษที่ถูกต้องจนทำให้โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.อารี ฤทธิบริบูรณ์ และ รศ.สุขใจ ชูจันทร์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการทำโครงการพิเศษเล่มนี้

ขอขอบคุณ คุณสาทิณี ชี้อตรง คุณนันทวดี คำสงค์ และคุณพรเพ็ญ ลูกสอน ที่ช่วยให้คำแนะนำในการทำโครงการพิเศษ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ รวมทั้งพี่ เพื่อน และน้องภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ทุกคนที่ได้ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้องที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์ตลอดมา

นางสาวเขวภา วัฒนส่องใส
นายสุรเชษฐ์ พัฒนพานิชสวัสดิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	I
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 การจัดจำแนก (classification) ของเห็ดขอนขาวและเห็ดบด	3
2.2 ลักษณะทั่วไปของเห็ดขอนขาวและเห็ดบด	3
2.2.1 เห็ดขอนขาว	3
2.2.2 เห็ดบด	4
2.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด	4
2.3.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด	4
2.3.2 ลักษณะโครงสร้างภายในของเห็ด	8
2.4 วงจรชีวิตของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซิทีส	9
2.5 ประเภทของระบบการผสมพันธุ์ของเห็ดรา	13
2.5.1 โฮโมทาลิซึม (homothallism)	13
2.5.2 เฮเทโรทาลิซึม (Heterothallism)	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ IV การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด	18
2.7 การปรับปรุงพันธุ์เห็ด	18
2.7.1 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ (selection)	18
2.7.2 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ (hybridization)	19
2.8 ความสำคัญทางโภชนาการของเห็ด	20
2.9 คุณสมบัติที่น่าสนใจบางประการเกี่ยวกับการเพาะเห็ด	20
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน	24
3.1 สายพันธุ์เห็ด	24
3.2 สารเคมี	24
3.3 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	24
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	24
3.4.1 การรวบรวมและการเตรียมเส้นใยโมนาคารีออน	25
3.4.2 การผสมพันธุ์แบบ mon- mon mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด	25
3.4.3 การผสมพันธุ์แบบ dimon – mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด	25
3.4.4 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยลูกผสม	27
3.4.5 การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายในและภายนอก	27
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
4.1 การรวบรวมและการเตรียมเส้นใยโมนาคารีออน	29
4.2 ผลการผสมพันธุ์แบบ monmon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด	29
4.2.1 ลักษณะโคโลนีของเส้นใยลูกผสม	30
4.3 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด	38
4.3.1 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างโคคารีออนของเห็ดขอนขาวกับโมนาคารีออนของเห็ดคบด	38
4.3.2 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างโคคารีออนของเห็ดขอนขาวกับโมนาคารีออนของเห็ดคบด	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
4.3.3 ลักษณะโคโลนีของเส้นใยลูกผสม	39
4.4 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยลูกผสม	45
4.5 ผลการทดลองการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายใน และภายนอกของทุกสายพันธุ์	47
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	58
บรรณานุกรม	61
ภาคผนวก	63



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1	
แสดงรูปแบบการเข้ากันได้หรือไม่ได้ระหว่างคู่ผสมพันธุ์ที่มี mating type ชนิดต่างๆ ของเห็ดราที่มีระบบผสมพันธุ์แบบไบโพลา เฮเทอโรทาลิซึม	15
ตารางที่ 2.2	
แสดงรูปแบบการเข้ากันได้หรือไม่ได้ระหว่างคู่ผสมพันธุ์ที่มี mating type ชนิดต่างๆ ของเห็ดราที่มีระบบการผสมพันธุ์แบบ เทตระโพลา เฮเทอโรทาลิซึม	16
ตารางที่ 2.3	
แสดงขั้นตอนการเกิดแกลมปีคอนเนกชันในเห็ดราที่มีระบบการผสมพันธุ์แบบเทตระโพลา เฮเทอโรทาลิซึม	17
ตารางที่ 4.1	
การผสมพันธุ์แบบ monon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบนอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยคู่ผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	30
ตารางที่ 4.2.1	
ลักษณะของโคโลนีของคู่ผสมพันธุ์และเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่	31
ตารางที่ 4.3.1	
การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคาริออนของเห็ดคบกับ โมโนคาริออนของเห็ดคบนอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยคู่ผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	38
ตารางที่ 4.3.2	
การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคาริออนของเห็ดคบนขาวกับ โมโนคาริออนของเห็ดคบนอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยคู่ผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	39
ตารางที่ 4.3.3	
ลักษณะของโคโลนีของคู่ผสมพันธุ์และเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่	39
ตารางที่ 4.4	
เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.) ของลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ (บนอาหาร PDA โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน	45
ตารางที่ 4.5	
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของของลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่	48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด	5
ภาพที่ 2.2 แสดงรูปร่างหมวดเห็ดแบบต่างๆ	6
ภาพที่ 2.3 ลักษณะการยึดติดของครีบกับก้านแบบต่างๆ	7
ภาพที่ 2.4 รูปแบบการเว้นช่องว่างภายในครีบแบบต่างๆ	7
ภาพที่ 2.5 ขนาดและรูปร่างของก้านดอกแบบต่างๆ	8
ภาพที่ 2.6 ลักษณะก้านดอกติดกับหมวดดอกแบบต่างๆ	8
ภาพที่ 2.7 ลักษณะของไฮมีเนียมในเห็ดราชั้นเบซิไดโอไมซิทีส	8
ภาพที่ 2.8 เบซิไดโอสปอร์แบบต่างๆ	9
ภาพที่ 2.9 แสดงวงจรชีวิตของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซิทีส	10
ภาพที่ 2.10 แสดงแคลมปีคอนเนกชัน ของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซิทีส	11
ภาพที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการเกิดแคลมปีคอนเนกชัน	12
ภาพที่ 2.12 แสดงวงจรชีวิตของเห็ดราในระบบไฟรมารี ไฮโมทาลิซิม	13
ภาพที่ 4.2.1 ลักษณะ โคลโลนีของกลุ่มผสมพันธุ์ของเส้นใยโมโนคาริออน ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด บนจานอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยกลุ่มผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน	33
ภาพที่ 4.2.2 ลักษณะของเส้นใยลูกผสมที่ตรวจพบแคลมปีคอนเนกชัน	34
ภาพที่ 4.2.3 ลักษณะของเส้นใยโมโนคาริออนสายพันธุ์พ่อแม่	35
ภาพที่ 4.2.4 แสดงลักษณะของโคลโลนีของกลุ่มผสมและโคลโลนีของพ่อแม่ เมื่อทำการผสมพันธุ์แบบ monomon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาว และเห็ดคบด บนจานอาหาร PDA และบ่มเส้นใยกลุ่มผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน	36
ภาพที่ 4.3.1 ลักษณะโคลโลนีของกลุ่มผสมพันธุ์แบบ dimon-mating	41
ภาพที่ 4.3.2 ลักษณะของเส้นใยลูกผสมที่ตรวจพบแคลมปีคอนเนกชัน	42
ภาพที่ 4.3.3 ลักษณะของเส้นใยไดคาริออนและโมโนคาริออนสายพันธุ์พ่อแม่	43

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 4.3.4 แสดงลักษณะของโคโลนีของลูกผสมและโคโลนีของพ่อแม่ เมื่อทำการผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาว และเห็ดคบด บนจานอาหาร PDA และบ่มเส้นใยกลุ่มที่อุณหภูมิตั้ง 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน	48
ภาพที่ 4.5.1 แสดงลักษณะของเห็ดขอนขาว เห็ดคบดและลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์	53
ภาพที่ 4.5.2 แสดงลักษณะหมวดดอกของเห็ดขอนขาว เห็ดคบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์	54
ภาพที่ 4.5.3 แสดงลักษณะของครีบบนของเห็ดขอนขาว เห็ดคบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์	55
ภาพที่ 4.5.4 แสดงลักษณะของสปอร์พิมพ์ของเห็ดขอนขาว เห็ดคบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์	56
ภาพที่ 4.5.5 แสดงลักษณะของเบซิดิโอสปอร์ของเห็ดขอนขาว เห็ดคบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการพิเศษ

เห็ด (mushroom) จัดเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประเภทเห็ดรา (fungi) ที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าเห็ดราชนิดอื่นๆ ส่วนใหญ่จัดอยู่ในชั้น Basidiomycetes มีทั้งชนิดที่รับประทานได้และไม่ได้ บางชนิดนำมาเป็นยารักษาโรคและบางชนิดมีพิษอาจทำให้ถึงตายได้ ปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเห็ดอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีราคาถูก มีทั้งชนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและชนิดที่สามารถเพาะทางการค้า โดยเฉพาะเห็ดที่สามารถรับประทานได้มีการเพาะปลูกเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย และยังพบว่าเห็ดโดยทั่วไปเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนอาหารประเภทเนื้อสัตว์ได้ มีเกลือแร่และวิตามินเป็นส่วนประกอบที่สูงกว่าพืชผักชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะวิตามินบีรวม ไบโอฟลาเวิน(riboflavin) ไนอาซิน(miacin) ไทอามิน(thiamine) และกรดแพนโททิก(pantotenic acid) รวมทั้งมีไขมันและแคลอรีต่ำ แต่มีเกลือแร่ เช่น โพแทสเซียม(potassium) ฟอสฟอรัส(phosphorus) แมงกานีส(manganese) และแคลเซียม(calcium) ในปริมาณสูง นอกจากนี้เห็ดบางชนิดยังมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรคได้อีกด้วย เช่น เห็ดหอม (*Lentinula edode*) เห็ดหลินจือ (*Ganoderma japonicum*) เห็ดหัวลิง (*hericium erinaceus*) เห็ดไมตาเกะ (maitake) และเห็ดหูหนู (*Auricularia auricular*) เป็นต้น(ศิริวรรณและไมตรี . 2545)

ในอดีตการปรับปรุงพันธุ์เห็ดส่วนใหญ่จะทำโดยคัดเลือกสายพันธุ์ดี ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาเพาะเลี้ยง แต่ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงพันธุ์โดยใช้หลักวิชาการทางพันธุศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional method) และการรวมโปรโตพลาสต์ โดยเห็ดที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีแบบดั้งเดิมควรมีการปรับตัวได้ดีในธรรมชาติ และมีฐานพันธุกรรมกว้าง เพื่อที่จะได้มีลักษณะเลือกมากพอสำหรับใช้เป็นคู่ผสมพันธุ์ในการปรับปรุงพันธุ์(Raper.1978) นอกจากนี้ยังต้องทราบถึงระบบการผสมพันธุ์ (mating system) ของเห็ดคู่ผสมเพื่อให้ได้ลูกผสมที่สามารถพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่มีลักษณะที่ดีของพันธุ์พ่อและแม่

ในโครงการพิเศษนี้ได้ทำการศึกษากการสร้างลูกผสมของเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด้วยวิธีแบบดั้งเดิมโดยการผสมพันธุ์ของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (monmon - mating) และการผสมพันธุ์ของเส้นใย

นิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (dimon - mating) ซึ่งอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ใหม่ที่เป็นลูกผสมของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดที่สามารถเพาะได้ดีในสภาพพื้นที่และภูมิอากาศต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1.2.1 เพื่อสร้างลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดโดยวิธี โดยวิธีการผสมพันธุ์ แบบดั้งเดิม

1.2.2 เพื่อศึกษาถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอกและภายในของลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาว และเห็ดคุดและเปรียบเทียบกับพ่อแม่

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ แบบดั้งเดิม

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1.3.1 ทำการผสมพันธุ์แบบ monomon – mating และ dimon – mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

1.3.2 คัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสมพร้อมเส้นใยโคคาร์บอนของสายพันธุ์พ่อแม่มาเพาะให้เกิดดอกในก้อนขี้เลื่อย

1.3.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายใน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถผลิตลูกผสมระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดโดยวิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม และอาจจะได้ลูกผสมที่มีลักษณะดีตามต้องการเพื่อเป็นประโยชน์ทางการค้าต่อไป

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การจัดจำแนก (classification) เห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

เห็ดขอนขาวและเห็ดคุดเป็นเห็ดที่อยู่ในสกุล *Lentinus* โดยมีการจัดจำแนกได้ดังนี้
(Alexopoulos and Mims. 1979)

Kingdom	:	Fungi
Division	:	Amastigomycota
Subdivision	:	Basidiomycota
Class	:	Basidiomycetes
Subclass	:	Holobasidiomycetidae II
Order	:	Agaricales
Family	:	Tricholomatacea
Genus	:	<i>Lentinus</i>

สำหรับชื่อวิทยาศาสตร์ของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดมีดังต่อไปนี้

เห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* Mont.

เห็ดคุด *Lentinus polychrous* Lév

2.2 ลักษณะทั่วไปของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

2.2.1 เห็ดขอนขาว

หมวกเห็ด รูปกรวยตื้น สีขาวครีม มีสะเก็ดสีเทาถึงน้ำตาลกระจายตัวทั่วผิวดอกและก้าน กลางดอกนูนลงเล็กน้อย เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 – 8 เซนติเมตร ขอบหมวกงุ้มลง ครีบกั้น สีขาว แคบและเรียงชิดติดกัน ยาวขนานกับกรวยลงไปยึดติดกับก้าน ก้าน สีขาว-ครีม ยาว 5 – 6 เซนติเมตร มีเกล็ดเช่นเดียวกับหมวก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านดอก 0.5 – 1.5 เซนติเมตร ก้านรูปทรงกระบอก เนื้อก้านสี

ขาว แน่นและเหนียว สปอร์ ใส ผิวเรียบ ผ้นบาง รูปร่างทรงกระบอก ขนาด $1.9-2.3 \times 5.3-6.8$ ไมโครเมตร (กุศล ถมมา .2545)

เห็ดขอนขาวมีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทุกภาค ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มโคนติดกัน 3 – 6 ดอก กินได้ เมื่อแก่แห้งแล้วเหนียว ในต่างประเทศพบที่ทวีปเอเชียและออสเตรเลีย(ราชบัณฑิตยสถาน . 2539)

2.2.2 เห็ดคบด (หรือเห็ดกระด้าง , เห็ดขอน , เห็ดลม) (ราชบัณฑิตยสถาน . 2539)

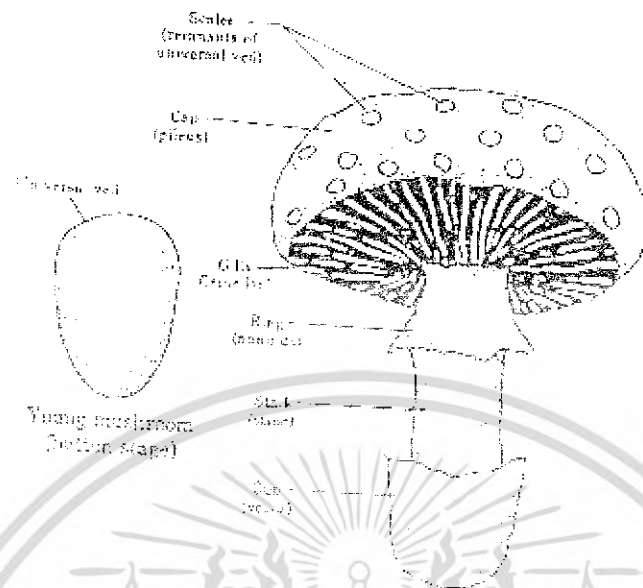
หมวกเห็ด รูปกรวยเล็ก สีขาวนวลหรือสีน้ำตาลอมเทา ผิวมีขนสั้นๆสีน้ำตาลซึ่งรวมกันคล้ายเกล็ดเล็กๆ และปลายงอนขึ้นเล็กน้อยเรียงกระจายออกไปยังขอบหมวก เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 - 8 เซนติเมตร ขอบงอเล็กน้อย ดอกอ่อนมีขอบบางและม้วนงอลง ครีบ สีน้ำตาลอ่อนอมเทา บางและแคบ เมื่อแห้งจะเหนียวแข็งและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดงหรือน้ำตาลอมม่วง ครีบมีความยาวแตกต่างกัน 5 ขนาด ด้านในยาวขนานริ้วเล็กลงไปติดก้าน ด้านนอกริ้วแคบไปติดขอบหมวก ก้าน สีขาวนวลแล้วเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นจนเป็นสีน้ำตาลดำ ยาว 0.5 – 2.5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 – 1.5 เซนติเมตร ก้านดอกยึดติดกับหมวกดอกบริเวณกึ่งกลางหมวก หรือเอียงไปข้างใดข้างหนึ่ง โคนใหญ่กว่า แจ่มเหนียว เนื้อในเห็ดสีขาวหม่นหรือขาวนวลอมเทาอ่อน สปอร์ รูปรี สีขาว โคนเล็กน้อย ขนาด $2.5-3 \times 6-9$ ไมโครเมตร ผิวเรียบ ผ้นบาง

เห็ดคบดมีเขตการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยทั่วทุกภาค ขึ้นเป็นดอกเดี่ยวหรือกลุ่มโคนติดกัน 3 – 5 ดอก ในป่าเต็งรัง กินได้ ในต่างประเทศพบที่อินเดีย เนปาล ศรีลังกา พม่า ภูมิภาคอินโดจีนและภูมิภาคมาเลเซีย

2.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ด (บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร)

2.3.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด (Macroscopic Characteristics of Mushrooms)

ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด มีส่วนประกอบต่างๆดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วย หมวกดอก (cap , pileus) ครีบดอก (gills , lamella) ก้านดอก (stalk , stipe) วงแหวน (ring , annulus) ปลูกหุ้ม (cup , volva) และกลุ่มเส้นใย (mycelia)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของเห็ด
ที่มา : บัญญัติ สุขศรีงาม

2.3.1.1 หมวกดอก (cap, pileus) เป็นส่วนปลายสุดของดอกเมื่อดอกบานเต็มที่ จะกาง มีลักษณะรูปทรงเหมือนร่มกาง ขอบกุ่มลง หรือแบนราบ หรือกลางดอกหมวกเว้าลงเป็นแอ่งมีรูปเหมือนกรวยปากกว้าง ผิวหมวกดอกด้านบนอาจจะเรียบ ขรุขระ มีเกล็ดหรือมีขนแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเห็ด เนื้อหมวกหนบางแตกต่างกัน อาจจะเหนียวหรือฉีกขาดง่าย เนื้อเยื่อของหมวกบางชนิดอาจเปลี่ยนสีได้

2.3.1.2 ครีบดอก (gills, lamella) หรือซี่หมวกเห็ด เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก ด้านล่างของหมวกเห็ดแต่ละชนิดจะมีจำนวนครีบแตกต่างกันและความหนบางไม่เท่ากัน จำนวนของครีบหมวกจึงใช้เป็นลักษณะประกอบการจำแนกเห็ดด้วย สีของครีบหมวกส่วนมากเป็นสีเดียวกับสปอร์

2.3.1.3 ก้านดอก (stalk, stipe) มีขนาดใหญ่และยาวแตกต่างกัน ส่วนมากมีรูปทรงกระบอก ตอนบนยึดติดกับหมวกเห็ดหรือครีบหมวกด้านใน ก้านดอกเห็ดมีผิวเรียบขรุขระหรือมีขน หรือมีเกล็ด

2.3.1.4 วงแหวน (ring, annulus) เป็นเนื้อเยื่อบางๆ ยึดก้านดอก และขอบหมวกของเห็ดให้ติดกัน เมื่อหมวกเห็ดกางออกเยื่อจึงจะขาดจากขอบหมวกแต่ยังมีเศษส่วนยึดติดกับก้านดอกให้เห็นรอบก้านดอกเหมือนมีวงแหวนหรือมีแผ่นเยื่อบางสวมอยู่

2.3.1.5 ปลอกหุ้ม (cup, volva) เป็นเนื้อเยื่อหนาหรือบางชั้นนอกสุดที่หุ้มดอกเห็ดไว้ในระยะที่เป็นดอกตูม ปลอกหุ้มจะมีเนื้อเยื่อสืดยึดติดกับหมวกเห็ด แต่ส่วนมากมีสีขาว

2.3.1.6 กลุ่มเส้นใย (mycelia) บริเวณที่ดอกเห็ดขึ้นจะปรากฏเส้นใยสีขาวขึ้นอยู่ก่อนเส้นใยจะก่อตัวหรือรวมกันเป็นก้อนใหญ่ เห็ดบางชนิดจะมีเส้นใยรวมตัวกันเป็นก้อนแข็งอยู่ที่โคนก้านดอก หรือเส้นใยหยาบมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่เห็ดบางชนิดมีเส้นใยละเอียดเล็กมาก มองไม่เห็นลักษณะดังกล่าว โดยปกติเส้นใยของเห็ดจะเป็นสีขาวนวลแทรกอยู่ตามบริเวณที่เกิดดอกเห็ด

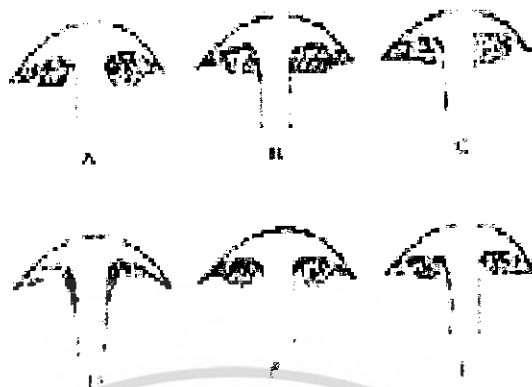


ภาพที่ 2.2 แสดงรูปร่างหมวกเห็ดแบบต่างๆ

A = regular and convex ,B = plane or expanded, C = unbonate , D = conical , E = bell shaped or campanulate , F = central depressed or umbilicate , G = infundibuliform or shaped , H = cylindrical , I = involucre

ที่มา : Kaul (1997)

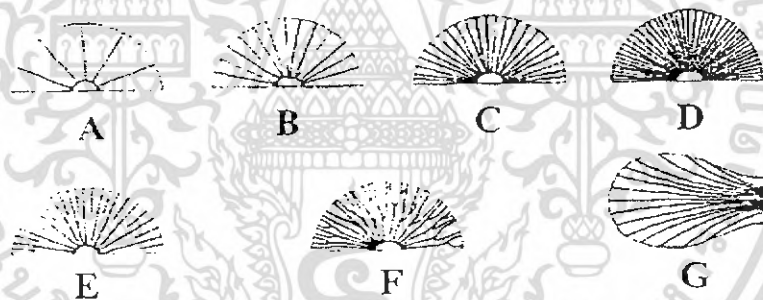
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ลักษณะการยึดติดของครีบกั้นแบบต่างๆ

A = free , B = adnixed , C = adnate , D = decurrent , E = sinuate , F = emarginate

ที่มา : Kaul (1997)



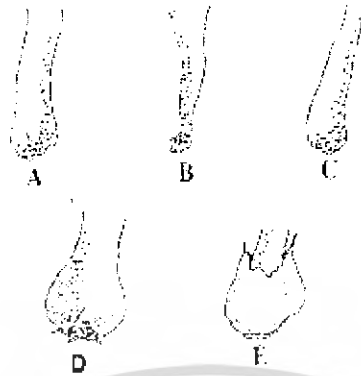
ภาพที่ 2.4 รูปแบบการเว้นช่องว่างภายในครีบบนแบบต่างๆ

A = distant, B = subdistant, C = closed, D = crowded

E = intermediate, F = forked, G = fanned

ที่มา : Courtenary and Harold (1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

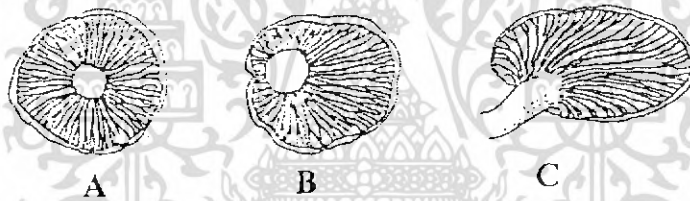


ภาพที่ 2.5 ขนาดและรูปร่างของก้านดอกแบบต่างๆ

A = equal, B = tapering to narrow base, C = tapering from a broader base

D = with a bulbose, E = emerging from a sac-like volva

ที่มา : Collins (1996)



ภาพที่ 2.6 ลักษณะก้านดอกติดกับหมวกดอกแบบต่างๆ

A = central, B = excentric, C = lateral

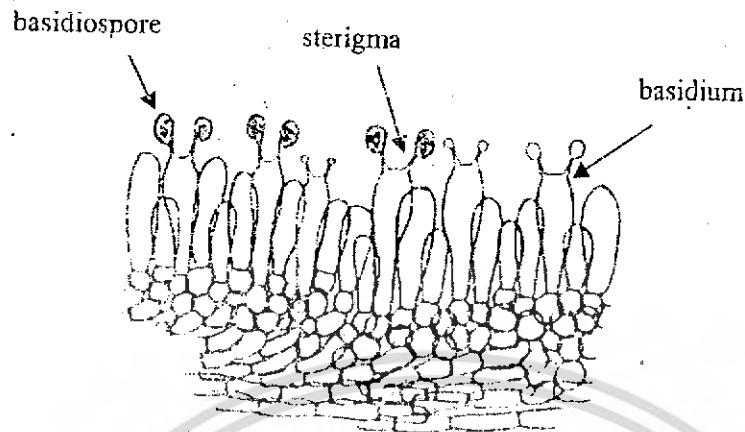
ที่มา : Collins (1996)

2.3.2 ลักษณะโครงสร้างภายในของเห็ด (Microscopic Characteristic of Mushroom) (จิราพร นิลฉวี. 2546)

ลักษณะโครงสร้างภายในของเห็ด ประกอบด้วย

2.3.2.1 ไฮมีเนียม (hymenium) เป็นชั้นของเนื้อเยื่อที่ให้กำเนิดสปอร์ของเห็ด ประกอบด้วยส่วนของเบซิเดียม(basidia), สเตอริกมา(sterigma), เบซิดิโอสปอร์(basidiospore) ซึ่งภายในชั้นไฮมีเนียมจะพบซิสทีเดีย(cystidia) ที่มีลักษณะคล้ายกับเบซิเดียมแต่มีขนาดใหญ่กว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

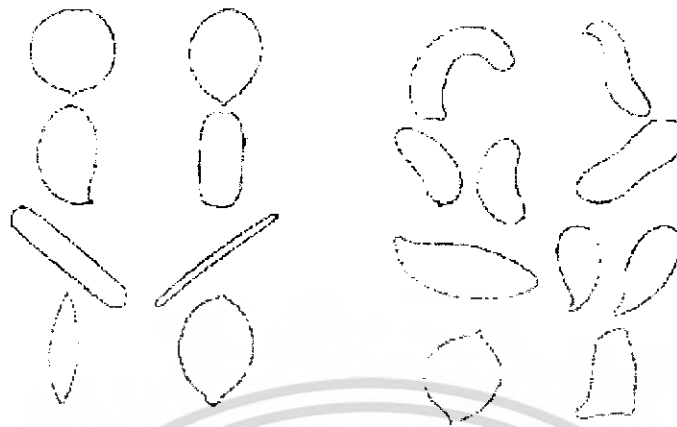


ภาพที่ 2.7 ลักษณะของไฮมีเนียมในเห็ดราชั้นเบซิไดโอไมซีทิส

ที่มา : Ingold and Hudson (1996)

2.3.2.2 เบซิเดียม (basidia) มีรูปร่างคล้ายกระบอง (club shape) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มี 2 นิวเคลียส อยู่ปลายสุดของเส้นใยในชั้นไฮมีเนียม สำหรับเบซิเดียมในระยะเริ่มแรกจะมีรูปร่างลักษณะยาวและแคบ จากนั้นจะขยายตัวกว้างขึ้นพร้อมกับที่นิวเคลียสทั้งสองภายในเบซิเดียมจะรวมกัน (เกิดการริโอแกมี, karyogamy) ตามด้วยการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (meiosis) ได้นิวเคลียสแบบแฮพลอยด์ (haploid, n) จำนวน 4 นิวเคลียส ในขณะที่เดียวกันส่วนปลายของเบซิเดียมจะสร้างสเตอริกมาจำนวน 4 อัน ซึ่งที่ปลายของสเตอริกมามีเบซิไดโอสปอร์ ซึ่งนิวเคลียสทั้ง 4 ได้เคลื่อนผ่านเข้าไปในแต่ละเบซิไดโอสปอร์ โดยทั่วไป 1 เบซิเดียมจะสร้าง 4 สเตอริกมาหรือเบซิไดโอสปอร์

2.3.2.3 เบซิไดโอสปอร์ (basidiospore) เป็นสปอร์ที่มีเซลล์เดียว มีหนึ่งนิวเคลียส และเป็นแบบแฮพลอยด์ มีรูปร่างแบบต่างๆ เช่น กลม ขาวรี รูปไข่ ยาว ทรงกระบอก หรือรูปร่างคล้ายไม้ไผ่หรือสปอร์อาจมีสีหรือไม่มีสี โดยทั่วไปสปอร์จะติดอยู่ที่ปลายสเตอริกมา แต่เมื่อแก่จะเกิดหยดน้ำขึ้นที่ฐานของสปอร์หลุดออกมาจากสเตอริกมา เมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เจริมทิวปี (germ tube) จะงอกแล้วพัฒนาเป็นเส้นใยต่อไป



ภาพที่ 2.8 เบซิไดออสปอร์แบบต่างๆ

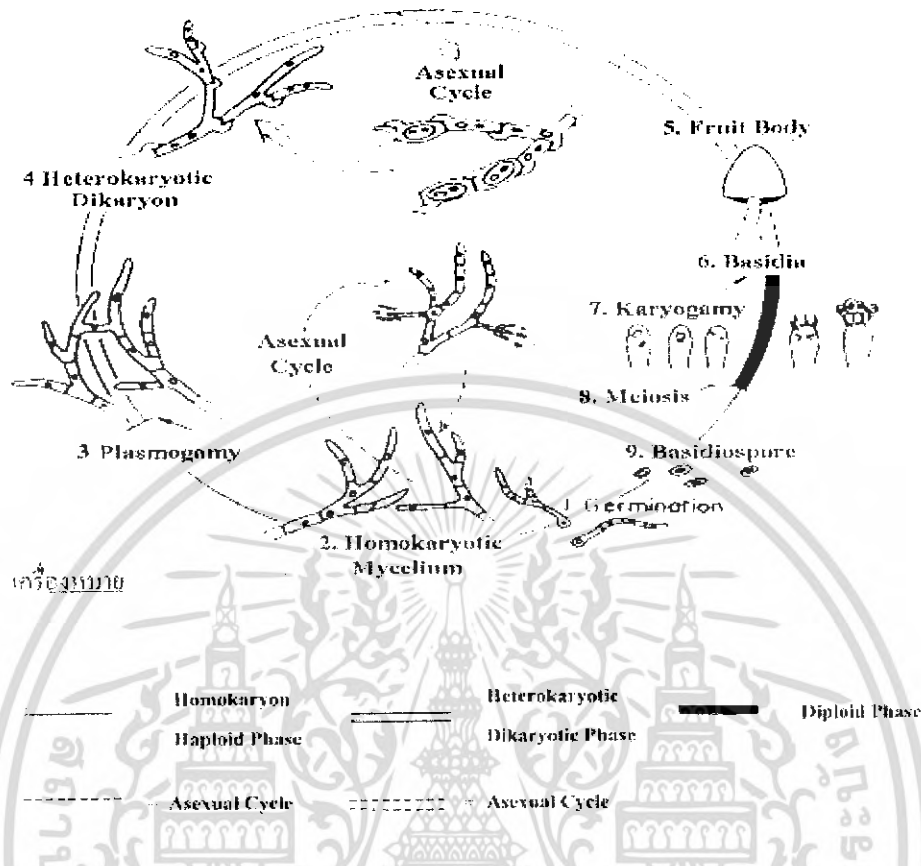
ที่มา : Watling

2.4 วงจรชีวิตของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซีทิส (สาทิณี ข้อตรง . 2547)

วงจรชีวิตของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซีทิส (ภาพที่ 2.8) มีขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.4.1 เมื่อดอกเห็ดมีการเจริญเติบโตเต็มที่จะมีการสร้างสปอร์ เรียกว่า เบซิไดออสปอร์ (basidiospore) ซึ่งสปอร์ชนิดนี้จะมีโครโมโซมเพียงชุดเดียว (haploid) เมื่อสปอร์ที่แก่จัดถูกคิดหรือปลิวไปตกในบริเวณที่มีสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะงอกออกมาเป็นเส้นใยปฐมภูมิ (primary mycerium)

เส้นใยปฐมภูมิ เป็นเส้นใยที่มีผนังขวาง (septum) กั้นระหว่างแต่ละเซลล์ซึ่งแต่ละเซลล์เหล่านี้สามารถขยายพันธุ์ได้อย่างอิสระ เส้นใยเช่นนี้โดยปกติประกอบด้วยเซลล์ที่มีหนึ่งนิวเคลียส (uninucleate หรือ monokaryotic) และนิวเคลียสในแต่ละเซลล์จะเป็นนิวเคลียสเดียวกัน (homokaryon) แต่ละนิวเคลียสมีโครโมโซมเพียงชุดเดียว (monokaryon , n) เส้นใยชนิดนี้อาจขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยการสร้างคลามายโดสปอร์(chlamydospore), ออยเดียม(oidium) หรือคอร์เรียม(coremium) ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดรา



ภาพที่ 2.9 แสดงวงจรชีวิตของเห็ดราในชั้นเบซิไดโอไมซีทิส (ดัดแปลงจาก Raper .1978 โดย สาทินี ชื่อดรง . 2547)

2.4.2 เมื่อเส้นใยปฐมภูมิที่เข้ากันได้ทางเพศ 2 สายเจริญมาพบกันจะเกิดกระบวนการ plasmogamy ทำให้กลายเป็นเส้นใยทุติยภูมิ (secondary mycelium) (ระยะที่ 4 ในภาพที่ 2)

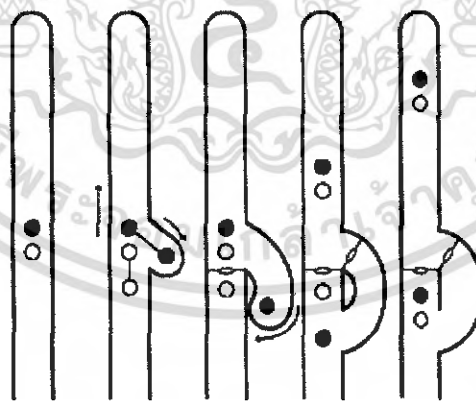
เส้นใยทุติยภูมิ เป็นเส้นใยที่มีความสมบูรณ์ทางเพศ โดยสามารถเกิดดอกเห็ดได้เป็นเส้นใยที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีนิวเคลียสต่างกัน (heterokaryon) และแต่ละเซลล์จะมีนิวเคลียส 2 อันที่ต่างกันทางพันธุกรรมและไม่รวมกัน (dikaryon , $n+n$) บนเส้นใยทุติยภูมินี้จะมีแคลมป์คอนเนกชัน (clamp connection) หรือแคลมป์ (clamp) (ภาพที่ 2.3) เกิดขึ้น แคลมป์ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตะขอ จะมีนิวเคลียสอันใดอันหนึ่งเคลื่อนที่เข้าไปในส่วนที่ยื่นออกมา จากนั้นนิวเคลียสที่อยู่ในเส้นใยเดิมและที่ส่วนของตะขอจะทำการแบ่งตัว (meiosis) จาก 1 เป็น 2 นิวเคลียส นิวเคลียสที่เกิดใหม่จากทั้งสองจะเคลื่อนที่ไปอยู่ที่ปลายของเซลล์ พร้อมกันนั้นจะเริ่มมีการสร้างผนังเซลล์ขึ้นมาใหม่

บริเวณส่วนที่งอด้านในของตะขอและผนังที่ส่วนปลายตะขอจะละลาย ทำให้นิวเคลียสทั้งสองไหลมารวมกัน ตะขอนี้จะเป็นปุ่มนูนที่เรียกว่า แคลมปีคอนเนคชัน (ภาพที่ 2.3) ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเส้นใยตุษิตูมิ ซึ่งเห็ดราในชั้นเบซิดิโอไมซีทิสส่วนมากมีแคลมปีคอนเนคชัน เส้นใยตุษิตูมิสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างอิสระ โดยอาจมีการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้างกลามาัยโดสปอร์ ออซิดียม หรือ ออริเมียม เช่นเดียวกับเส้นใยปรูมูมิ



ภาพที่ 2.10 แสดงแคลมปีคอนเนคชัน ของเห็ดราในชั้นเบซิดิโอไมซีทิส

ที่มา : <http://www.apsnet.org/education/IllustratedGlossary/PhotosA-D/clampconnection.htm>



ภาพที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการเกิดแคลมปีคอนเนคชัน

ที่มา : web.macam98.ac.il/.../fungislides/fungi_pp.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 เมื่อเส้นใยทุกขยงุมิ เกิดการเจริญเติบโตเต็มที่และมีการสะสมอาหารมากพอ จะเกิดการรวมตัวกัน เป็นกลุ่มเส้นใยมากขึ้น ได้เป็นเส้นใยชนิดตติยภูมิ (tertiary mycerium) โดยในแต่ละเซลล์ยังคงมี 2 นิวเคลียส ($n+n$) แต่จะมีการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดต่อไป

2.4.4 เนื้อเยื่อที่สร้างสปอร์ที่อยู่ตรงครีบดอก (gills) จะสร้างเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายกระบอง (clup-shaped) ที่มีชื่อว่า เบซิเดียม (basidium) โดยแต่ละเบซิเดียมในระยะนี้จะมีโครโมโซมเป็น ($n+n$) แต่ต่อไปจะมีการรวมกันของนิวเคลียสทั้งสองภายในเบซิเดียมทำให้มีการรวมกันของนิวเคลียสทั้งสองได้เป็นเบซิเดียมที่อยู่ในระยะที่เป็นดิพลอยด์ (diploid, $2n$)

2.4.5 เบซิเดียมจะแบ่งไมโอซิสทันที ทำให้ได้นิวเคลียสที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (haploid, n) จำนวน 4 อัน และนิวเคลียสแต่ละอันจะเคลื่อนที่เข้าไปสู่เซลล์ที่จะกลายเป็นเบซิไดโอสปอร์ (basidiospore initial) ที่ปลายของสเตอริริกมา (sterigma) ซึ่งอยู่ตรงส่วนบนสุดของเบซิเดียม เซลล์ที่อยู่ตรงปลายสุด 4 เซลล์นี้จะพัฒนาไปเป็นเบซิไดโอสปอร์

2.4.6 เบซิไดโอสปอร์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์ (n) จะถูกปล่อยออกมาจากครีบดอก และเมื่อตกลงในบริเวณที่มีความชื้นจะเกิดการงอกเป็นเส้นใยโมโนคาริโออน (หรือเส้นใยปฐมภูมิต่อไป)

2.5 ประเภทของระบบการผสมพันธุ์ของเห็ดรา (สาทนี ชื่อตรง .2547)

อาจแบ่งระบบการผสมพันธุ์ [(mating system, breeding systems) หรือระบบเพศ (sexual systems)] ของเห็ดรารวมทั้งของชั้นเบซิไดโอไมซีทิสเป็น 2 ประเภท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

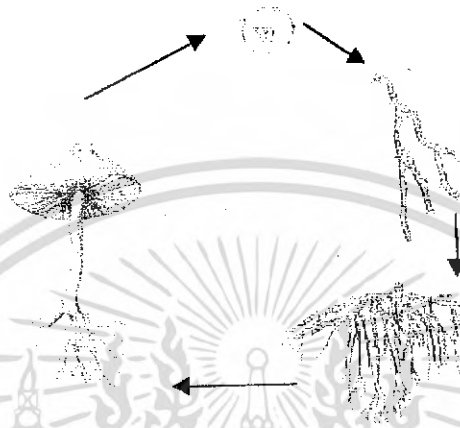
2.5.1 โฮโมทาลิซึม (homothallism)

เห็ดราในระบบโฮโมทาลิซึม จะผสมพันธุ์ภายในเซลล์เดียวกัน (self-fertile) เท่านั้น ไม่ต้องอาศัยสายพันธุ์ต่างเซลล์กัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อยดังต่อไปนี้

2.5.1.1 ไพรมารี โฮโมทาลิซึม (Primary homothallism)

ไพรมารี โฮโมทาลิซึม (ภาพที่ 2.5) เกิดขึ้นในเส้นใยที่มีนิวเคลียสชนิดเดียวกันเท่านั้น (homokaryotic mycelium) และสามารถผสมพันธุ์ภายในเซลล์เดียวกันได้ โดยที่เส้นใยที่ผสมกันแล้วจะสามารถพัฒนาจนเกิดดอกเห็ด ตลอดวงจรชีวิตของเห็ดชนิดนี้จะไม่พบแคลมป์คอนเนคชัน ดังนั้นเห็ดราประเภทนี้จึงไม่มี mating type (เพศ) ตัวอย่างเห็ดกินได้ที่มีรายงานว่ามีระบบการผสม

พันธุ์ประเภทนี้มีมีเพียงชนิดนี้มีเพียงชนิดเดียว คือ เห็ดฟางหรือเห็ดบัว (*Volvariella volvacea*) ดังนั้น การปรับปรุงพันธุ์เห็ดฟางโดยการคัดเลือกสองสายพันธุ์ที่มีคุณสมบัติที่ดีตามต้องการมาผสมพันธุ์กันจะไม่ได้ผล



ภาพที่ 2.12 แสดงวงจรของเห็ดราในระบบไฟรมารี ไฮโมทาไลซิม (ดัดแปลงจาก Oei, 1996)

2.5.1.2 เซกคันคารี ไฮโมทาไลซิม (secondary homothallism)

เซกคันคารี ไฮโมทาไลซิม จะพบได้ในเห็ดราที่เป็นไบโโปลา เฮเทอโรทาไลซิม (ดูข้อ 2.5.2.1) บางชนิด เช่น เห็ดกระดุม (*Agaricus bisporus* หรือชื่อใหม่คือ *A. brunnescens*) และ *Coprinus bisporus* ที่มีการสร้างเบซิไดโอสปอร์ที่มีนิวเคลียส 2 อันที่มีอัลลีลของยีนที่ควบคุม mating type ต่างกัน ดังนั้นเมื่อแต่ละสปอร์เกิดการงอก (germination) สปอร์นั้นๆก็จะเจริญต่อไปเป็นโยราที่มีนิวเคลียสในเซลล์เดียวกันสามารถผสมกันเองได้ภายในธาตุสของมันเองจึงเป็นไฮโมทาไลซิมประเภทหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า เซกคันคารี ไฮโมทาไลซิม

2.5.2 เฮเทโรทาไลซิม (Heterothallism)

เห็ดราในระบบนี้ไม่สามารถผสมพันธุ์ภายในธาตุสเดียวกันได้ (self-sterile) โดยการผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นเมื่อมีนิวเคลียสที่มี mating type ต่างกันมาผสมเท่านั้น แบ่งเป็น 3 ประเภทย่อยตามจำนวนยีน (gene) ที่ควบคุมดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.2.1 ไบโโปลา (Bipolar) หรือ ยูนิแฟกทอเรียล (Unifactorial) เฮเทอโรทาไลซิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mating type ของเห็ดรากลุ่มนี้จะถูกควบคุมโดยยีนเพียง 1 ยีน [หรือแฟกเตอร์ (factor) หรือ โลกัส (locus)] ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 อัลลีล (allele) (อาจมีเห็ดราบางชนิดที่ยีนจะประกอบด้วยหลายอัลลีลหรือที่เรียกว่า multiple alleles) ดังนั้น mating type ของเห็ดชนิดนี้จึงมีได้ 2 ชนิด (หรือ n ชนิดในกรณีที่เป็น multiple alleles ที่มี n alleles แต่ในเห็ดหนึ่งดอกจะมี mating type เพียง 2 ชนิด) เช่น เป็น mating type A_1 และ mating type A_2 ซึ่งการผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นเฉพาะในกลุ่มผสมพันธุ์ที่มี mating type ต่างกัน คือ ระหว่าง A_1 กับ A_2 เท่านั้นซึ่งผลจะทำให้ได้เส้นใยลูกผสมที่มีการสร้างแคลมป์คอนเนกชัน ดังนั้น อัตราส่วนระหว่างกลุ่มผสมพันธุ์ที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ต่อกลุ่มผสมพันธุ์ทั้งหมดจึงเท่ากับ 2 : 4 หรือ 1 : 2 (ตารางที่ 2.1) ตัวอย่างเห็ดกินได้ที่มีรายงานว่ามีการผสมพันธุ์ประเภทนี้มีหลายชนิด

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบการเข้ากันได้หรือไม่ได้ระหว่างกลุ่มผสมพันธุ์ที่มี mating type ชนิดต่างๆ ของเห็ดราที่มีระบบผสมพันธุ์แบบไบโพลาร์ เฮเทอโรทาลิซึม (ดัดแปลงจาก Raper . 1978)

Mating type	A_1	A_2
A_1	-	+
A_2	+	-

เมื่อกำหนดให้

- หมายถึง ผสมพันธุ์กันไม่ได้ (sexual incompatible)
- + หมายถึง ผสมพันธุ์กันได้ (sexual compatible)

2.5.2.2 เทตระโพลาร์ (tetrapolar) หรือ ไบแฟกทอเรียล (bifactorial) เฮเทอโรทาลิซึม

เห็ดราที่มีระบบเพศเทตระโพลาร์ เฮเทอโรทาลิซึม จะถูกควบคุมโดยยีน 2 ยีน ที่อยู่บนโครโมโซมต่างกัน เช่น ยีน A และยีน B ซึ่งโดยทั่วไปแต่ละยีนจะมีเพียง 2 อัลลีล (อาจเป็นไปได้ที่ในเห็ดราบางชนิดอาจมีบางยีนเป็น multiple alleles แต่ในเห็ดหนึ่งดอกจะมี mating type เพียง

4 ชนิด) เช่น สมมติว่ายีน A มีอัลลีลเป็น A_1 และ A_2 ส่วนยีน B มีอัลลีลเป็น B_1 และ B_2 ดังนั้น mating type ของสปอร์ของเห็ดราประเภทนี้จึงมีได้ 4 ชนิด คือ A_1B_1 , A_1B_2 , A_2B_1 และ A_2B_2 ดังนั้น ดอกเห็ด 1 ดอกจะมี mating type ได้ 4 ชนิด ดังกล่าวเฉพาะพวกที่มี mating type ต่างกัน เท่านั้นที่จะสามารถผสมพันธุ์กันได้และเส้นใยลูกผสมจะมีสภาวะเป็นไดคาริออนและจะมีการสร้างแคลมป์คอนเนกชัน ดังนั้น อัตราส่วนระหว่างคู่ผสมพันธุ์ที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ต่อคู่ผสมทั้งหมดจึงเท่ากับ 4 : 16 หรือ 1 : 4 (ตารางที่ 2.2) ซึ่งสปอร์แต่ละอันเมื่องอก (germinate) จะได้เป็นสายพันธุ์สปอร์เดี่ยว (single spore isolate) ที่ประกอบด้วย เส้นใยที่มีนิวเคลียสในทุกเซลล์เหมือนกัน (homokaryon) และมีจำนวนชุดของโครโมโซมเพียงชุดเดียว (monokaryon) เห็นกันได้ส่วนใหญ่ รายงานว่าเป็นเทระโปลา เฮเทโรทาลิซิม

ตารางที่ 2.2 แสดงรูปแบบการเข้ากันได้หรือไม่ได้ระหว่างคู่ผสมพันธุ์ที่มี mating type ชนิดต่างๆ ของเห็ดราที่มีระบบการผสมพันธุ์แบบ เทระโปลา เฮเทโรทาลิซิม (ดัดแปลงจาก Raper . 1978)

mating type	A_1B_1	A_1B_2	A_2B_1	A_2B_2
A_1B_1	-	F	(+)	+
A_1B_2	F	-	+	(+)
A_2B_1	(+)	+	-	F
A_2B_2	+	(+)	F	-

เมื่อกำหนดให้







- หมายถึง ผสมพันธุ์กันไม่ได้ และไม่มีแคลมป์คอนเนกชันเกิดขึ้น
- + หมายถึง ผสมพันธุ์กันได้สมบูรณ์ เกิดเส้นใยที่มีนิวเคลียสคู่ที่มีแคลมป์คอนเนกชัน ๖ แคลมป์ที่แท้จริง, true clamps)เกิดขึ้น จึงสามารถเกิดดอกเห็ดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- F หรือ flat [(เกิดจากคู่ผสมพันธุ์ที่มียีน A เหมือนกัน แต่ยีน B ต่างกัน ($A=B \neq$)] หมายถึง ผสมพันธุ์กันได้เพียงครั้งเดียว และไม่เกิดแคลมป์คอนเนกชัน จึงไม่เกิดการสร้างดอกเห็ด
- (+) หรือ barrage [เกิดจากคู่ผสมพันธุ์ที่มียีน A ต่างกัน แต่ยีน B เหมือนกัน ($A \neq B =$)] หมายถึง ผสมพันธุ์กันได้เพียงครั้งเดียว และบางครั้งพบแคลมป์คอนเนกชันที่ไม่สมบูรณ์ (แคลมป์เทียม, false clamp) คู่ผสมพันธุ์ชนิดนี้จะไม่สร้างดอกเห็ด

ในระบบการผสมพันธุ์แบบเทระโปลา เฮเทอโรทาลิซึม นี้ ทั้งยีน A และ ยีน B จะควบคุมลักษณะที่แตกต่างกันหรือมีผลกระทบต่อกระบวนการผสมพันธุ์การผสมพันธุ์ที่ต่างกัน กล่าวคือในช่วงการผสมพันธุ์ ยีน A จะควบคุมการจับคู่ของนิวเคลียสและการเกิดแคลมป์คอนเนกชัน ส่วนยีน B จะควบคุมการเคลื่อนย้ายของนิวเคลียส และการเชื่อมกันของปลายข้อยี่ระหว่างเซลล์ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการแคลมป์คอนเนกชันในเห็ดที่มีระบบการผสมพันธุ์แบบเทระโปลา เฮเทอโรทาลิซึม (ดัดแปลงจาก Bartholomem *et al.* 1996)

ปรากฏการณ์		ยีน
Nuclear migration		B
Nuclear pairing		A
Hook cell formation		A
Conjugate division		A
Cell septation		A
Hook cell fusion		B

2.5.2.3 ออกตระโพลา (ไตรแฟกทอเรียล) เฮเทอโรทาลิซึม [Octapolar (trifactorial) heterothallism)]

เป็นการผสมพันธุ์กันของสายพันธุ์เห็ดราที่เจริญมาจากต่างเซลล์ที่เข้ากันได้ทางเพศ มีจำนวนยีนที่ควบคุมระบบเพศ 3 ยีน โดยที่แต่ละยีนมี 2 อัลลีล เช่น ยีน A (A_1, A_2) ยีน B (B_1, B_2) ยีน C (C_1, C_2) จะได้ mating type 8 ชนิด ได้แก่ $A_1B_1C_1, A_1B_1C_2, A_1B_2C_1, A_1B_2C_2, A_2B_1C_1, A_2B_1C_2, A_2B_2C_1$ และ $A_2B_2C_2$ และอัตราส่วนของจำนวนคู่ที่ผสมกันได้ต่อจำนวนคู่ผสมพันธุ์ทั้งหมดเท่ากับ 8 : 64 หรือเท่ากับ 1 : 8 เห็ดราส่วนน้อยที่มีระบบเพศประเภทนี้ ตัวอย่างที่มีรายงาน ได้แก่ *Psthyrella coprobia*

2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด (ปัญหา โพรจิตริค่น . 2538)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด ได้แก่

2.6.1 แสงสว่าง (light) แสงสว่างมีผลในการกระตุ้นให้เส้นใยของเห็ดรวมตัวกัน และพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ต่อไป

2.6.2 สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) ที่เอซที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ควรอยู่ในสภาพที่เป็นกลางหรือมีพีเอชใกล้เคียงกับ 7 ในสภาพอาหารที่เป็นกรดเห็ดจะสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ แต่เป็นการเจริญเติบโตของเส้นใยเท่านั้น และอาจมีการสร้างออยเดีย (oidia)

2.6.3 อุณหภูมิ (temperature) ปกติเห็ดเกือบทุกชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยสูงกว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดเล็กน้อย คือ ประมาณ 3– 4 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเกิดดอกควรอยู่ระหว่าง 12 – 20 องศาเซลเซียส

2.6.4 สภาพของอากาศ (air) เห็ดต้องการก๊าซออกซิเจนในอากาศในการเจริญเติบโตทั้งในระยะเส้นใยและระยะการพัฒนาเป็นดอก ตามปกติแล้วในระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดมีความทนทานต่อสภาพการออกซิเจนได้ดีกว่าในระยะของการเกิดดอก

2.6.5 ความชื้นในวัสดุเพาะ (moisture) เห็ดต้องการความชื้นสูงในการเตรียมวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดจึงควรเพิ่มความชื้นในปริมาณที่เหมาะสม โดยถ้าความชื้นในวัสดุมีต่ำเกินไปเส้นใยของเห็ดจะเจริญเติบโตไม่ดีเนื่องจากขาดอาหารในวัสดุเพาะไม่สามารถละลายออกมาได้ ทำให้เส้นใยเห็ด

นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ถ้าความชื้นในวัสดุเพาะมากเกินไปเส้นใยเห็ดจะเจริญเติบโตช้าและดินไม่เต็มก่อนเห็ด

2.6.6 ความชื้นของอากาศ (humidity) เห็ดจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพความชื้นในอากาศค่อนข้างสูง ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะบอบบาง เพราะความชื้นภายในดอกเห็ดจะระเหยน้ำออกไปในอากาศ ทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญเติบโต ถ้ามากเกินไปทำให้เส้นใยเห็ดขึ้นฟูบริเวณโคนดอกเห็ด ทำให้ดอกเห็ดน้ำเน่าและมีคุณภาพต่ำ อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้ผลผลิตลดลง

2.7 การปรับปรุงพันธุ์เห็ด (ชนิษฐา พรเจริญโรจน์ .2543)

วัตถุประสงค์ของวงการปรับปรุงพันธุ์ คือการเพิ่มผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูก ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์ในระยะแรกๆ มีความหมายแค่การคัดเลือกพันธุ์ที่มีอยู่ในธรรมชาติ เพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ แต่หลังจากที่มีการค้นพบกฎเกณฑ์ทางพันธุศาสตร์โดยเมนเดล การปรับปรุงพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตจึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจากการคัดเลือกสายพันธุ์ตามธรรมชาติมาเป็นการผสมพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์จากการสร้างพันธุ์ใหม่โดยมนุษย์ การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนั้นจะถูกควบคุมโดยพันธุกรรมของสายพันธุ์ที่แตกต่างกันหรือสามารถรวมกันได้ เห็ดที่นำมาใช้ควรปรับปรุงตัวได้ดีในธรรมชาติ และมีฐานพันธุกรรมกว้างเพื่อจะได้มีลักษณะให้เลือกมากพอสำหรับการทำงานปรับปรุงพันธุ์ วิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดนั้นมีหลายวิธีดังต่อไปนี้

2.7.1 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ (selection)

ในทางการค้าจะคัดเลือกพันธุ์ใหม่จากการเพาะเลี้ยงมัลติสปอร์ (multispore) หรือจากการเพาะเลี้ยงสปอร์เดี่ยวหรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดที่คัดเลือกไว้โดยตรง ซึ่งวิธีการเหล่านี้จะใช้ระยะเวลาสั้นๆ ในการปรับปรุงพันธุ์ แต่การปรับปรุงพันธุ์จากวิธีการคัดเลือกพันธุ์จะมีโอกาสได้สายพันธุ์ที่มีลักษณะดีตามต้องการ ได้ยากมาก ดังนั้นจึงควรมีการผสมพันธุ์ก่อนแล้วจึงใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์ต่อไป

2.7.2 การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมพันธุ์ (hybridization)

การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการนี้เป็นวิธีที่ทำกันมานาน โดยจะให้มีการผสมข้ามระหว่างเห็ดสองสายพันธุ์ที่สามารถเข้ากันได้ (compatibility) เป็นวิธีที่ประสบความสำเร็จมากในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดกินได้หลายชนิด

2.7.2.1 วิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม (conventional method)

2.7.2.2 วิธีการรวมโปรโตพลาสต์ (protoplast fusion)

วิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิมที่นิยมใช้มีดังต่อไปนี้

1 การผสมพันธุ์ของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (monomon-mating) เป็นการพัฒนาสายพันธุ์เห็ด โดยการผสมระหว่างสายพันธุ์เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวเข้าด้วยกัน หากผสมเข้ากันได้จะทำให้ได้เส้นใยนิวเคลียสคู่ตัวใหม่ที่ได้รับสารพันธุกรรมของเห็ด 2 สายพันธุ์ เห็ดลูกผสมที่ได้จะเจริญแตกต่างไปจากสายพันธุ์เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวเดิมและสามารถเจริญต่อไปเป็นดอกเห็ดได้

2 การผสมพันธุ์ของเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (dimon-mating) การผสมพันธุ์ด้วยวิธีนี้ทำให้นิวเคลียสไดนิวเคลียสหนึ่งหรือทั้งสองนิวเคลียสของเส้นใยนิวเคลียสคู่ที่เข้ากันได้กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว เข้าไปรวมกันที่ปลายของเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว ทำให้ได้เส้นใยนิวเคลียสคู่ตัวใหม่ เส้นใยนิวเคลียสคู่นี้จะมีนิวเคลียสตัวใหม่ของเส้นใยนิวเคลียสคู่เดิมกับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว

2.8 ความสำคัญทางโภชนาการของเห็ด (วีรศักดิ์ หักคีศิริรัตน์, 2529)

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของเห็ดหลายชนิด พบว่า เห็ดจัดเป็นอาหารที่มีปริมาณของโปรตีนค่อนข้างสูง นอกจากนี้เห็ดยังมีกรดอะมิโน (amino acid) เป็นส่วนประกอบมากกว่า 20 ชนิด กรดอะมิโนเหล่านี้มีอยู่ 9 ชนิด ที่มีความสำคัญต่อร่างกายและร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสังเคราะห์เองได้ ได้แก่ ไลซีน (lysine) เมทไทโอนีน (methionine) ทริปโตเฟน (tryptophan) ทรีโอนีน (threonine) วาลีน (valine) ลิวซีน (leucine) ไอโซลิวซีน (isoleucine) ซิสทีน (cystine) และฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) กรดอะมิโนเหล่านี้มีความสำคัญต่อการสร้างโปรตีนในร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้เห็ดยังมีคุณค่าทางอาหารอีกหลายอย่าง ได้แก่ ไขมัน ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส ไทอามีน ไรโบฟลาวิน และไนอาซิน มีปริมาณแคลอรี คาร์โบไฮเดรต และแคลเซียมต่ำ แต่มีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) สูง สำหรับปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารของเห็ดแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ในปัจจุบันประชากรโลกมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ความต้องการอาหาร โปรตีนเพิ่มมากขึ้น แต่อาหารโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์มีน้อยและค่อนข้างแพง มีอาหารหลายชนิดที่มีปริมาณโปรตีนสูงและสามารถใช้ทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ได้ โดยเฉพาะเห็ดซึ่งจัดว่ามีโปรตีนสูงและไม่มีสารพวกโคเลสเตอรอลที่ทำให้เส้นเลือดอุดตันและเห็ดยังมีราคาถูกกว่าเนื้อสัตว์

มาก นอกจากนี้ The Institute of Muscle Research ในรัฐ Massachusetts ประเทศสหรัฐอเมริกา ยังรายงานว่ามีเห็ดหลายชนิดที่มีสรรพคุณทางยาซึ่งสามารถจะบำบัดโรคมะเร็งอย่างได้ผล และเห็ดยังเป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีนิยมนับประทานมังสวิรัต คลอคนผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคตับ และโรคความดันด้วย

2.9 คุณสมบัติที่น่าสนใจบางประการเกี่ยวกับการเพาะเห็ด (ศิริพร เตชะอุป , 2544)

คุณสมบัติที่น่าสนใจบางประการเกี่ยวกับการเพาะเห็ด ได้แก่

2.9.1 ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเป็นวัสดุเพาะ ในการทำธุรกิจการเกษตรส่วนใหญ่ของเกษตรกรในประเทศที่กำลังพัฒนา มักเป็นการทำธุรกิจที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติค่อนข้างฟุ่มเฟือย ไม่ค่อยประหยัดเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากมีการทิ้งเศษวัสดุการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวให้สูญเปล่าอย่างน่าเสียดาย เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขี้เลื่อยไม้ก้ามปู ซึ่งวัสดุดังกล่าวเหล่านี้สามารถนำมาเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี

2.9.2 กรรมวิธีการเพาะไม่ยุ่งยากและใช้อุปกรณ์น้อย เทคนิคหรือวิธีการเพาะเห็ดของประเทศไทย ได้มีการพัฒนาไปจนอยู่ในขั้นที่น่าพอใจไม่แพ้ต่างประเทศ มีการเปิดอบรมเพื่อเผยแพร่วิชาการอย่างกว้างขวางทุกรูปแบบ ส่วนเครื่องมือในการเพาะเห็ดก็เป็นเพียงเครื่องมือพื้นฐานง่าย ๆ สามารถสร้างขึ้นได้ภายในประเทศ และราคาไม่แพงนักหรืออาจตัดแปลงจากวัสดุที่มีใช้อยู่แล้วก็สามารถทำได้

2.9.3 ไม่ใช้ดินและต้องการพื้นที่น้อย การเพาะเห็ดส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก ในขอนไม้ หรือในโรงเรือน ไม่จำเป็นต้องเพาะลงดิน การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกนั้นไม่ว่าจะเป็นการบ่มเชื้อหรือการทำให้เกิดดอก มักนิยมนำเอาถุงก้อนเชื้อเห็ดมาวางซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เป็นการประหยัดพื้นที่ทำให้เพาะได้

2.9.4 ใช้น้ำน้อยและไม่ต้องใช้น้ำฝน ในการเพาะเห็ดแทบทุกชนิด ก่อนทำการเพาะเห็ดต้องทำวัสดุเพาะให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ เสียก่อน ความชื้นระดับนี้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและสร้างดอกชั่วอายุ ด้วยเหตุผลดังกล่าวในช่วงที่ทำให้เห็ดเป็นดอกนั้น ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มความชื้นหรือรดน้ำเข้าไปในวัสดุเพาะนั้นอีก เพียงแต่รักษาระดับความชื้นสัมพัทธ์รอบนอกหรือภายในโรงเรือนให้อยู่ในระดับ 80 – 85 เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอแล้ว

2.9.5 เพาะได้ทุกสถานที่ทุกฤดูกาล เห็ดที่รับประทานได้หลายชนิดสามารถเพาะขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนั้น หากเป็นฤดูฝนหรือฤดูหนาวก็สามารถแก้ไขได้โดยการปิดโรงเรือนให้มีมิดชิด หรือทำการพ่นไอน้ำร้อนเข้าไปช่วยเพิ่มอุณหภูมิ

2.9.6 ต้นทุนในการลงทุนต่ำจึงทำเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริมได้ การเพาะเห็ดนิยมเพาะในถุงพลาสติก สามารถแบ่งงานกันทำตามความถนัด สำหรับผู้ที่มีเวลาหรือมีทุนน้อย ก็สามารถเริ่มที่ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งได้โดยไม่ต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยอาจเริ่มจากการซื้อก้อนเนื้อเชื้อเห็ดมาทำให้เกิดดอกได้เลย หากเพาะจำนวนไม่มากก็ไม่ต้องสร้างโรงเรือน

2.9.7 ตลาดยังกว้างมากทั้งในและต่างประเทศ ราคาของเห็ดในปัจจุบันเป็นราคาที่เหมาะสม ผู้เพาะก็สามารถเพาะได้อย่างมีกำไร ส่วนผู้บริโภคก็สามารถซื้อได้เพราะราคาไม่สูงจนเกินไป โดยเฉพาะในท้องถิ่นทั่วไปซึ่งนิยมบริโภคเห็ด แต่เห็ดยังมีน้อยและไม่เพียงพอในอนาคต

2.9.8 วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดแล้วสามารถนำกลับมาใช้เป็นปุ๋ยสำหรับพืชอื่นได้ วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดแล้วสามารถนำกลับมาใช้เป็นปุ๋ยหมักเพื่อใช้กับพืชชนิดอื่นได้ เป็นการรณรงค์เพื่อลดการใช้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลเสียมากมาย เช่น มีราคาแพง และอาจมีสารพิษตกค้างในพืช

2.9.9 ช่วยแก้ปัญหาว่างงานได้ ปัญหาการว่างงานยังเป็นปัญหาใหญ่ โดยเฉพาะเกษตรกรที่ว่างงานหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิตมักมีการอพยพเพื่อหางานทำชั่วคราว เมื่อถึงฤดูกาลเพาะปลูกก็กลับมาทำการเพาะปลูก

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประภัสสร โชคสวนทรัพย์ (2540) ศึกษาการผสมพันธุ์ระหว่างเห็ดหอมและเห็ดขอนขาว ซึ่งกระทำโดย 2 วิธี วิธีแรกโดยการนำเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวของทั้งสองชนิดมาผสมกัน โดยใช้วิธีแบบดั้งเดิม ผลการทดลองพบว่าไม่มีการผสมพันธุ์เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นเห็ดต่างชนิดกัน และอีกวิธีทำโดยการรวมโปรโตพลาสต์ของเห็ดทั้งสองชนิดนี้พบว่าสามารถผสมกันได้และได้ลูกผสมทั้งหมด 3 สายพันธุ์

อนุวัฒน์ รัตนชัย (2544) วิจัยเรื่องการผสมพันธุ์ระหว่างเห็ดนางฟ้ากับเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าการผสมพันธุ์แบบมอมมอนได้ลูกผสมทั้งหมด 30 สายพันธุ์ สามารถเพาะให้เกิดดอกได้เพียง 12 สายพันธุ์ ส่วนอีก 18 สายพันธุ์ไม่ออกดอกแม้ว่าจะตรวจพบแคลมปีคอนเนคชั่น การผสมพันธุ์แบบโดมมพบว่าได้ลูกผสมทั้งหมด 9 สายพันธุ์ สามารถเพาะให้เกิดดอกได้ 8 สายพันธุ์

ศิริพร เตชะอุป (2544) วิจัยเรื่องการปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว เป็นการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมข้ามแบบโดมอน โดยใช้เห็ดหอม 2 สายพันธุ์คือ พันธุ์ฤดูฝน กับพันธุ์ฤดูหนาว โดยทำการผสมทั้งหมด 104 คู่ผสม และได้ลูกผสมทั้งหมด 28 สายพันธุ์ ซึ่งสามารถเพาะให้เกิดดอกได้ทั้งหมด

จันทิมาภรณ์ นววงศ์วิวัฒน์ (2547) ศึกษาสัณฐานวิทยาและระบบเพศของเห็ด 5 ชนิดในสกุล *Lentinus* ได้แก่ เห็ดขอนขาว เห็ดบด เห็ดหูขาว เห็ดโต้งฝน และเห็ดตีนปลอก รวมทั้งได้ศึกษาเห็ดหอมซึ่งอยู่ในสกุล *Lentinula* พบว่าเห็ดในสกุล *Lentinus* รวมทั้งเห็ดหอม มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาเบื้องต้นคล้ายกันมาก โดยมีความแตกต่างในรายละเอียดเพียงเล็กน้อย และเห็ดทุกชนิดที่ทำการศึกษา มีระบบเพศแบบ tetrapolar (bifactorial) heterothallism

Simchen (1964) ได้ทำการผสมพันธุ์แบบโดมอนในเห็ด *Schizophyllum commune* และได้ดูความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญของเส้นใยไมโทคารีออนของพ่อแม่ กับไดคารีออนของลูกผสมที่ได้ ปรากฏว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน เพราะยีนจะแสดงออกในรูปที่เป็นไมโทคารีออนและไดคารีออนที่ต่างกัน

Simchen (1965) ได้ทำการทดลองการผสมพันธุ์แบบมอโนมอนในเห็ด *Schizophyllum commune* ซึ่งวิธีการผสมพันธุ์แบบมอโนมอนนี้แสดงลักษณะที่หลากหลายทางพันธุกรรมของลูกผสมออกมา

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

3.1 สายพันธุ์เห็ด

- เห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulus* Mont.)
- เห็ดบด (*L. polychrous* Lév)

3.2 สารเคมี

- อาหารเลี้ยงเชื้อพีดีบีสำเร็จรูป (potato dextrose broth)
- มอลท์สกัด (malt extract)
- ยีสต์สกัด (yeast extract)
- กลูโคส (glucose)
- กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- พงวุ้น (bacto agar)

3.3 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

- ตู้เย็นเชื้อ
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันสูง
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
- เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่งและ 4 ตำแหน่ง
- เครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ กระจกตวง จานแก้ว เป็นต้น
- ตู้อบ
- กล้องจุลทรรศน์
- อุปกรณ์ตัดเส้นใย (cork borer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สไลด์และกระจกปิดสไลด์
- เข็มเย็บเชื้อและลูป(loop)
- ตะเกียงแอลกอฮอล์
- กล้องถ่ายภาพ
- กระจกสีขาวและดำ
- ซ้อนตักสารเคมี
- ก้อนนึ่งสำเร็จรูป

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4.1 ทำการรวบรวมและการเตรียมเส้นใยโมโนคาร์บอนที่มี mating type A_1B_1 , A_2B_2 , A_1B_2 , A_2B_1 ของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด ซึ่งทุกสายพันธุ์นำมาจากงานวิจัยในระดับปริญญาโท เรื่อง “สัณฐานวิทยาและระบบเพศของเห็ดกินได้บางชนิดในสกุล *Lentinus*” ของ จันทิมาภรณ์ นววงศ์วิวัฒน์ (2547)

3.4.2 ทำการผสมพันธุ์แบบ mon- mon mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด โดยนำสายพันธุ์โมโนคาร์บอนที่มี mating type ทั้ง 4 ชนิดของแต่ละคู่ผสมพันธุ์ (คังโคอะแกรมข้างล่างนี้) มาผสมกันโดยวางเส้นใยของแต่ละคู่ผสมพันธุ์ในจานอาหารฟีดื่อ ให้ห่างกันประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร บ่มในตู้บ่มที่มีอุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นใยของกลุ่มผสมพันธุ์ เจริญมาชนกันให้นำเส้นใยที่อยู่บริเวณดังกล่าวมาตรวจดูการเกิดเกลมปีคอนเนกชั่น ซึ่งถ้าพบเกลมปีคอนเนกชั่นในกลุ่มผสมพันธุ์ใดแสดงว่ากลุ่มผสมพันธุ์นั้นเข้ากันได้ทางเพศคือ มีการผสมพันธุ์กันเกิดขึ้น ต่อไปเจียเส้นใยบริเวณดังกล่าวมาขยายปริมาณลงในหลอดผิวแข็ง PDA แล้วเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อทำการทดลองในข้อต่อไป

เห็นชอบขาว

Mating type สายพันธุ์ ที่		A ₁ B ₁			A ₁ B ₂			A ₂ B ₁			A ₂ B ₂		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A ₁ B ₁	1												
	2												
	3												
A ₁ B ₂	1												
	2												
	3												
A ₂ B ₁	1												
	2												
	3												
A ₂ B ₂	1												
	2												
	3												

เห็นชอบ

3.4.3 การผสมพันธุ์แบบ *dimon – mating* ทำโดยนำเส้นใยโคคาริออนของเห็นชอบขาวไปผสมพันธุ์กับเห็นชอบที่เป็นสายพันธุ์โมโนคาริออน(ตั้งโคอะแกรมข้างล่างนี้) มาผสมกันในจานอาหารพิดีเอเช่นเดียวกับข้อ 3.4.2 เมื่อเส้นใยเจริญเข้าหากันจนผสมกลมกลืนดีแล้วจะทำการตรวจหาแคลมป์คอนเนคชันในเส้นใยที่อยู่ก่อนมาทางคู่ผสมพันธุ์ที่เป็นโมโนคาริออน ซึ่งถ้าพบแคลมป์คอนเนคชันแสดงว่าคู่ผสมพันธุ์นั้นมีความเข้ากันได้ทางเพศ และเขียนใยบริเวณดังกล่าวมาขยายปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงในหลอดฉีดยา PDA ทำการทดลองอีกครั้งโดยสลับให้เห็ดบดเป็นเป็นโคคาริออน และเห็ด
ขอนขาวเป็นโมโนริออน

	เห็ดชนิดที่เป็นสายพันธุ์โมโนริออน											
	A ₁ B ₁			A ₁ B ₂			A ₂ B ₁			A ₂ B ₂		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
เห็ดชนิดที่เป็นสายพันธุ์- โคคาริออน												

3.4.4 ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยลูกผสม โดยการวัดอัตราการเจริญของ
เส้นใยลูกผสมบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เปรียบเทียบกับสายพันธุ์พ่อแม่ บ่มเส้นใยที่อุณหภูมิ 30
องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ทำการวัดขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี

3.4.5 ทำการเพาะเส้นใยลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ให้เกิดดอกในถุงซีลื้อย แล้วศึกษา
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายในและภายนอกของทุกสายพันธุ์ โดยการนำเส้นใยที่ได้มาเพิ่ม
ปริมาณในเมล็ดข้าวฟ่างตามด้วยการนำเมล็ดข้าวฟ่างจำนวนหนึ่ง(20 – 30)ไปเพาะให้เกิดดอกในก้อน
ซีลื้อยสำเร็จรูป ตามวิธีในประภัสสร(2540)

3.4.5.1 การศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอก ทำการถ่ายภาพของดอกเห็ดและบันทึก
ลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้

1. หมวกดอก : ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ลักษณะรูปร่าง ลักษณะของผิว สี
และขอบของหมวก
2. การยึดติดของครีบกับก้านดอก (gill attachment)
3. การเว้นช่องว่างภายในครีบกของหมวกเห็ด
4. ก้านดอก : รูปแบบ สี ผิว และความยาว
5. การติดของก้านดอกที่ติดกับหมวกดอก
6. จำนวนครีบกต่อความยาว 1 เซนติเมตร
7. สีของสปอร์พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.2 การศึกษาสัณฐานวิทยาภายใน นำหมวกเห็ดมาถ่ายภาพและบันทึกขนาดของเส้นใย รูปร่างและขนาดของเบสิดิโอสปอร์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มี eyepiece micrometer ติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อวัดขนาดของส่วนต่างๆของเห็ดภายใต้กล้องจุลทรรศน์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การรวบรวมและการเตรียมเส้นใยโคโนคารีออนที่มี mating type A_1B_1 , A_2B_2 , A_1B_2 , A_2B_1 ของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

เส้นใยโคโนคารีออนของเห็ดขอนขาวสามารถรวบรวมได้ 10 สายพันธุ์ ดังต่อไปนี้

mating type A_1B_1 ได้แก่ LS1, LS2, LS4

A_1B_2 ได้แก่ LS10, LS11

A_2B_1 ได้แก่ LS6, LS9, LS13

A_2B_2 ได้แก่ LS3, LS5

เส้นใยโคโนคารีออนของเห็ดคุดสามารถรวบรวมได้ 10 สายพันธุ์ ดังต่อไปนี้

mating type A_1B_1 ได้แก่ LP3, LP9

A_1B_2 ได้แก่ LP10, LP11

A_2B_1 ได้แก่ LP2, LP5, LP7

A_2B_2 ได้แก่ LP1, LP4, LP6

จากนั้นทำการเลี้ยงเส้นใยโคโนคารีออนและโคคารีออนของเห็ดขอนขาวและเห็ดคุดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เป็นเวลา 7 วันเพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป

4.2 ผลการผสมพันธุ์แบบ monomon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

จากการผสมพันธุ์เส้นใยโคโนคารีออนระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด(mon-mon mating)ทั้งหมด 100 คู่ผสมพันธุ์และทำการตรวจหาแคลมปีคอนเนคชั่นของลูกผสม พบแคลมปีคอนเนคชั่น 5 คู่ผสมพันธุ์ คือสายพันธุ์ LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7 ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 การผสมพันธุ์แบบ monomon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบบนอาหาร PDA เมื่อ บ่มเส้นใยกลุ่มผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

			เห็ดขอนขาว									
			A ₁ B ₁			A ₁ B ₂		A ₂ B ₁			A ₂ B ₂	
			LS1	LS2	LS4	LS10	LS11	LS6	LS9	LS13	LS3	LS5
เห็ด บด	A ₁ B ₁	LP3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		LP9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A ₁ B ₂	LP10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		LP11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A ₂ B ₁	LP2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
		LP5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
		LP7	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	A ₂ B ₂	LP1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		LP4	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		LP6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- + หมายถึง สามารถผสมพันธุ์กันได้ มีการสร้างแคลมป์คอนเนกชัน
 - หมายถึง ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ไม่มีการสร้างแคลมป์คอนเนกชัน

4.2.1 ลักษณะของโคโลนีของเส้นใยของกลุ่มผสมพันธุ์

ผลของการศึกษาลักษณะของ โคโลนีของเส้นใยของกลุ่มผสมพันธุ์ที่สามารถผสมพันธุ์กัน ได้ (LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7) ได้แสดงไว้ในตาราง 4.2.1 และภาพที่ 4.2.1 – 4.2.3

ตารางที่ 4.2.1 ลักษณะของโคโลนีของกลุ่มสัมพันธ์และเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่

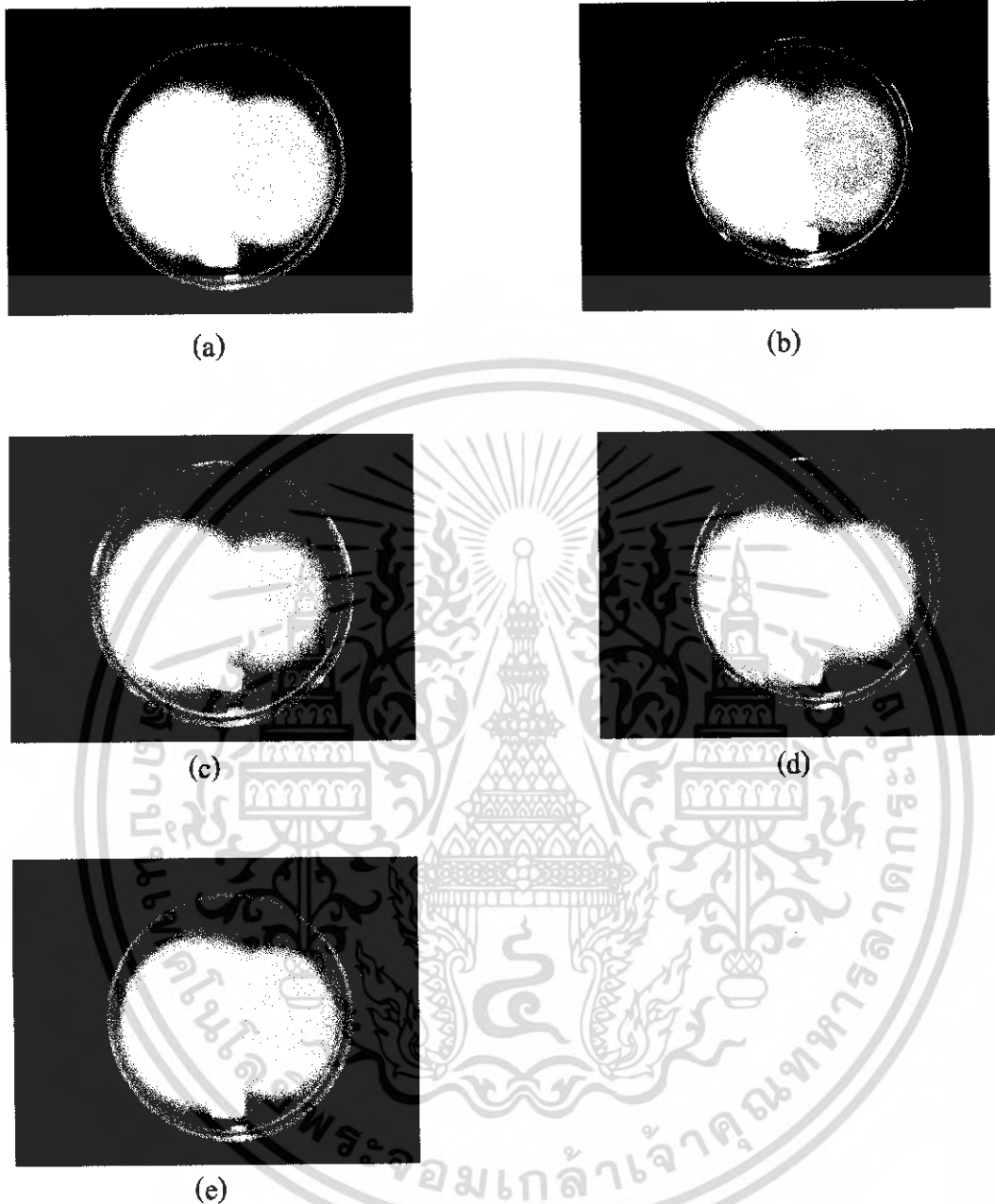
สายพันธุ์	ลักษณะของลูกผสมและเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่		
	เส้นใยบริเวณที่คู่ผสม เจริญมาชนกัน	ลักษณะของเส้นใย	ลักษณะของโคโลนี
LS2.LP1	เส้นใยเจริญเร็วกว่าเส้น ใยโมโนคาร์บอน สร้าง สารสีน้ำตาลอ่อน	เส้นใยมีขนาดปานกลาง สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา คล้ายกับ โคโลนีของเห็ด ขอนขาว
LS2.LP4	เส้นใยเจริญเร็วกว่าเส้น ใยโมโนคาร์บอน สร้าง สารสีน้ำตาล	เส้นใยมีขนาดปานกลาง สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา
LS11.LP2	เส้นใยเจริญเร็วกว่าเส้น ใยโมโนคาร์บอน สร้าง สารสีน้ำตาลอ่อน	เส้นใยมีขนาดใหญ่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูปานกลาง
LS11.LP5	เส้นใยเจริญเร็วกว่าเส้น ใยโมโนคาร์บอน ไม่ สร้างสารสีน้ำตาล	เส้นใยมีขนาดใหญ่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูปานกลาง
LS11.LP7	เส้นใยเจริญเร็วกว่าเส้น ใยโมโนคาร์บอน สร้าง สารสีน้ำตาลอ่อน	เส้นใยมีขนาดใหญ่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูปานกลาง
LS2	-	เส้นใยมีขนาดปานกลาง ไม่สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา
LS11	-	เส้นใยมีขนาดปานกลาง ไม่สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา
LP1	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	เส้นใยดินเรียบไม่ฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2.1 (ต่อ) ลักษณะของโคโลนีของกลุ่มผสมและเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่

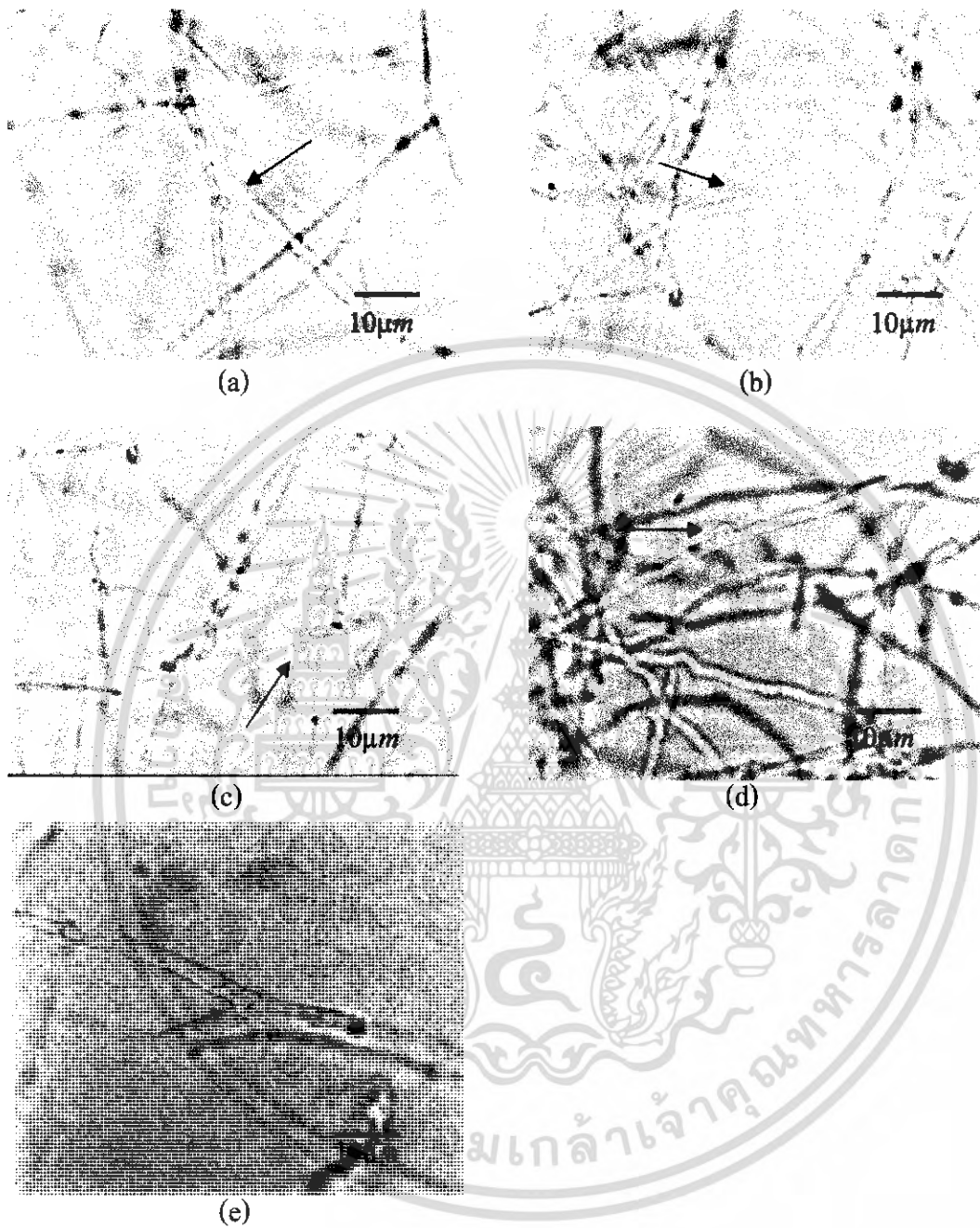
สายพันธุ์	ลักษณะของกลุ่มผสมและเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่		
	เส้นใยบริเวณที่กลุ่มผสมเจริญมาชนกัน	ลักษณะของเส้นใย	ลักษณะของโคโลนี
LP2	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่สร้างแคลมปีคอน เนกชั่น	เส้นใยเดินเรียบไม่ฟู
LP4	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่สร้างแคลมปีคอน เนกชั่น	เส้นใยเดินเรียบไม่ฟู
LP5	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่สร้างแคลมปีคอน เนกชั่น	โคโลนีเจริญฟูปานกลาง
LP7	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่สร้างแคลมปีคอน เนกชั่น	เส้นใยเดินเรียบไม่ฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.1 ลักษณะโคโลนีของกลุ่มสปอร์ของเส้นใยโมโนคาร์บอนระหว่างเห็ดขอมขาวและเห็ดคบดบนจานอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยกลุ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
 (a) กลุ่มสปอร์สายพันธุ์ LS2.LP1, (b) กลุ่มสปอร์สายพันธุ์ LS2.LP4
 (c) กลุ่มสปอร์สายพันธุ์ LS11.LP2, (d) กลุ่มสปอร์สายพันธุ์ LS11.LP5
 (e) กลุ่มสปอร์สายพันธุ์ LS11.LP7

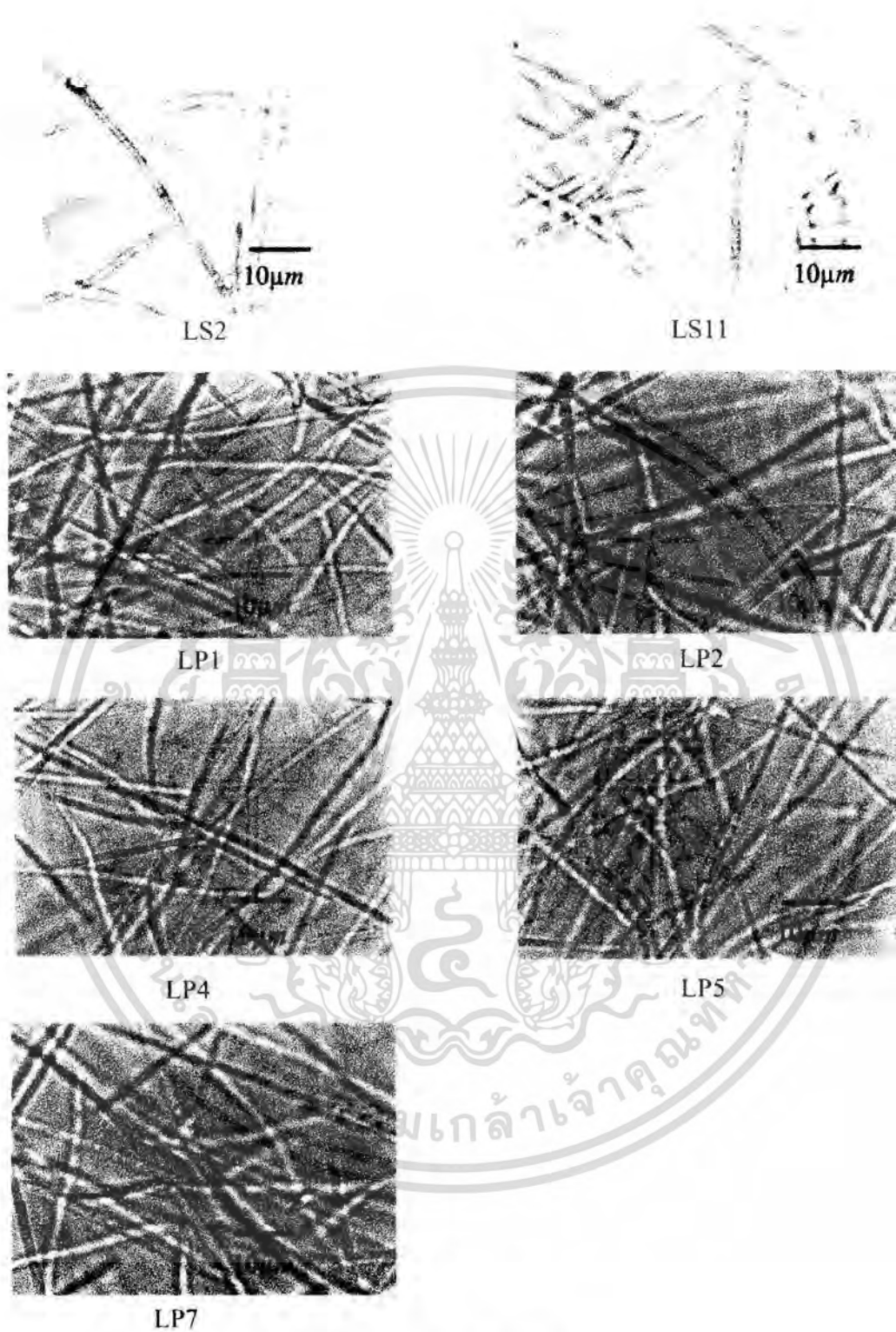
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.2 ลักษณะของเส้นใยลูกผสมที่ตรวจพบแคลมปีคอนเนคชั่น (ลูกศรชี้)

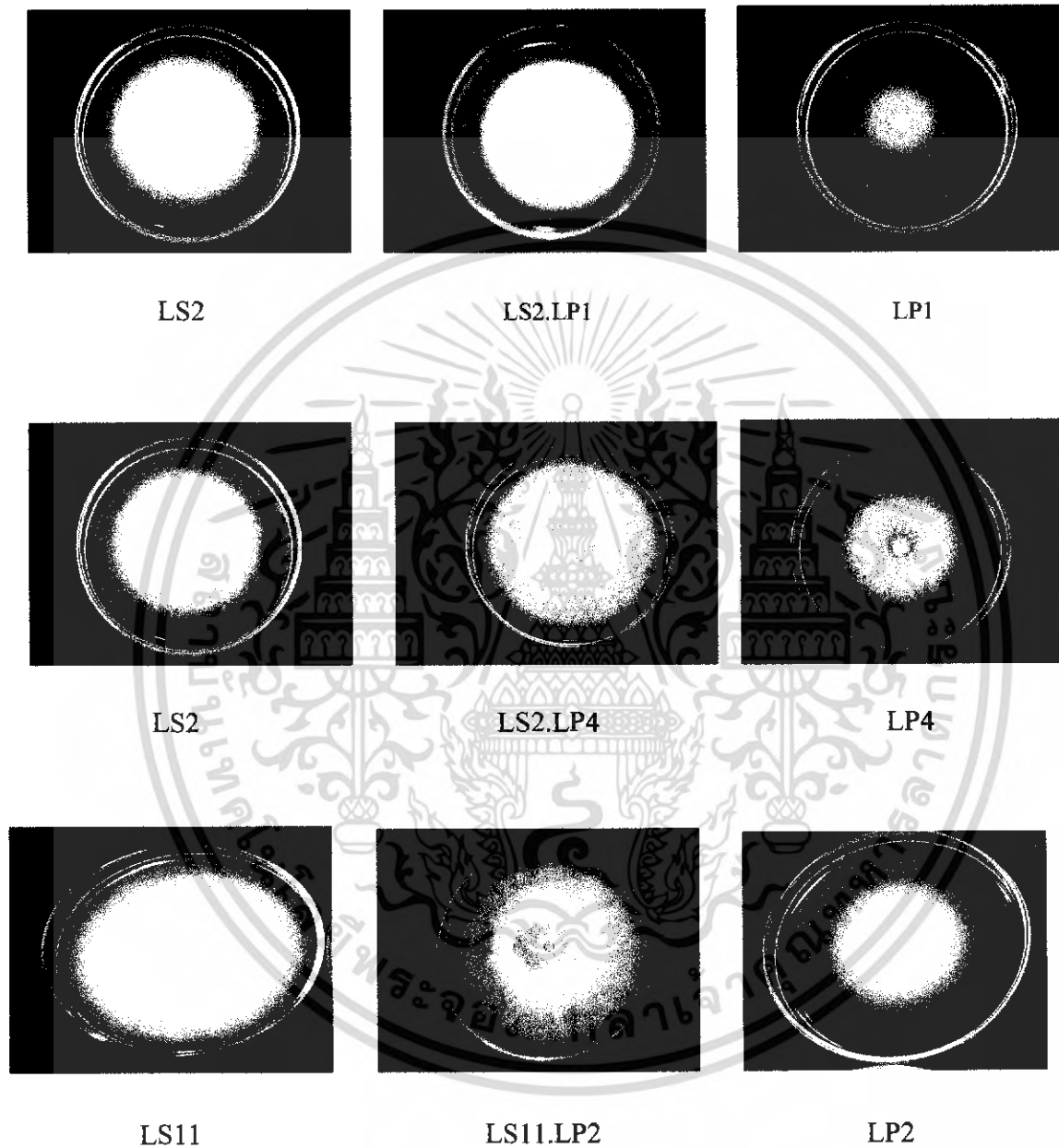
- (a) ลูกผสมสายพันธุ์ LS2×LP1, (b) ลูกผสมสายพันธุ์ LS2×LP4
 (c) ลูกผสมสายพันธุ์ LS11×LP2, (d) ลูกผสมสายพันธุ์ LS11 × LP5
 (e) ลูกผสมสายพันธุ์ LS11×LP7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



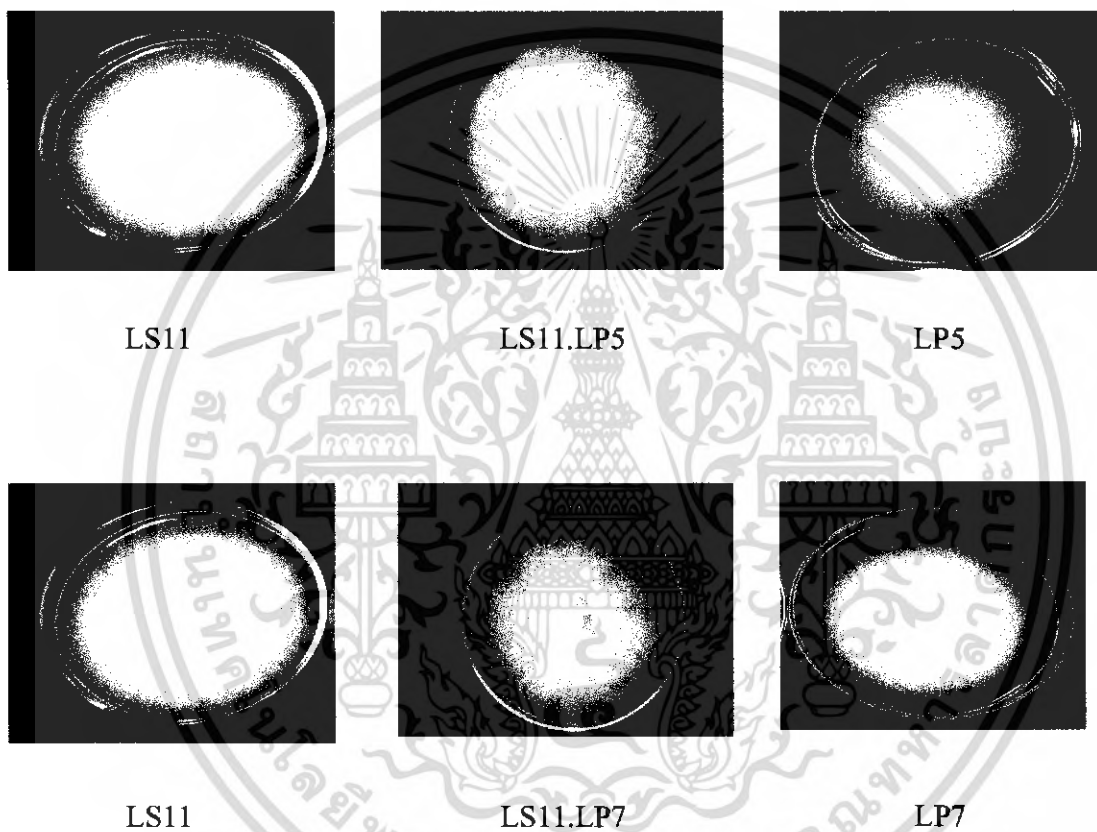
ภาพที่ 4.2.3 ลักษณะของเส้นใยโมโนคาร์บอนสายพันธุ์พ่อแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.4 แสดงลักษณะของโคโลนีของลูกผสมและโคโลนีของพ่อแม่ เมื่อทำการผสมพันธุ์แบบ monmon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบด บนจานอาหาร PDA และบ่มเส้นใย คู่ผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2.4(ต่อ) แสดงลักษณะของโคโลนีของลูกผสมและโคโลนีของพ่อแม่ เมื่อทำการผสมพันธุ์แบบ monmon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด บนจานอาหาร PDA และบ่มเส้นใยกลุ่มผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคุด

4.3 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดบด

4.3.1 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดบดกับโมโนคารีออนของเห็ดขอนขาว

จากการผสมพันธุ์การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดบดกับโมโนคารีออนของเห็ดขอนขาว ทั้งหมด 10 คู่ผสมพันธุ์และทำการตรวจหาแคลมป์คอนเนกชั่นของลูกผสม พบแคลมป์คอนเนกชั่น 1 คู่ผสมพันธุ์ คือสายพันธุ์ DP.LS11 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3.1 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดบดกับโมโนคารีออนของเห็ดขอนขาวบนอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยคู่ผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

		โมโนคารีออนของเห็ดขอนขาว									
		A ₁ B ₁		A ₁ B ₂			A ₂ B ₁			A ₂ B ₂	
		LS1	LS2	LS4	LS10	LS11	LS6	LS9	LS13	LS3	LS5
ไคคารีออนของเห็ดบด	DP	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

- + หมายถึง สามารถผสมพันธุ์กันได้ มีการสร้างแคลมป์คอนเนกชั่น
- หมายถึง ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ไม่มีการสร้างแคลมป์คอนเนกชั่น

4.3.2 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดบดกับโมโนคารีออนของเห็ดขอนขาว

จากการผสมพันธุ์การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดบดกับโมโนคารีออนของเห็ดขอนขาว ทั้งหมด 10 คู่ผสมพันธุ์และทำการตรวจหาแคลมป์คอนเนกชั่นของลูกผสม พบแคลมป์คอนเนกชั่น 1 คู่ผสมพันธุ์ คือสายพันธุ์ DS.LP4 ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.3.2 การผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างไคคารีออนของเห็ดขอนขาวกับโมโนคารีออนของเห็ดคุดอาหาร PDA เมื่อบ่มเส้นใยกลุ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน

		โมโนคารีออนของของเห็ดคุด									
		A ₁ B ₁		A ₁ B ₂		A ₂ B ₁			A ₂ B ₂		
		LP3	LP9	LP10	LP11	LP2	LP5	LP7	LP1	LP4	LP6
ไคคารีออนของเห็ดขอนขาว	DS	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

- + หมายถึง สามารถผสมพันธุ์กันได้ มีการสร้างแกลมปีคอนเนคชั่น
- หมายถึง ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ไม่มีการสร้างแกลมปีคอนเนคชั่น

4.3.3 ลักษณะของโคโลนีของเส้นใยของกลุ่มผสมพันธุ์

ผลการศึกษาลักษณะของโคโลนีของเส้นใยของกลุ่มผสมพันธุ์ที่สามารถผสมพันธุ์กันได้ (DP.LS11 และ DS.LP4) ได้แสดงไว้ในตาราง 4.3.3 และภาพที่ 4.3.1 – 4.3.3

ตารางที่ 4.3.3 ลักษณะของโคโลนีของกลุ่มผสมพันธุ์และเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่

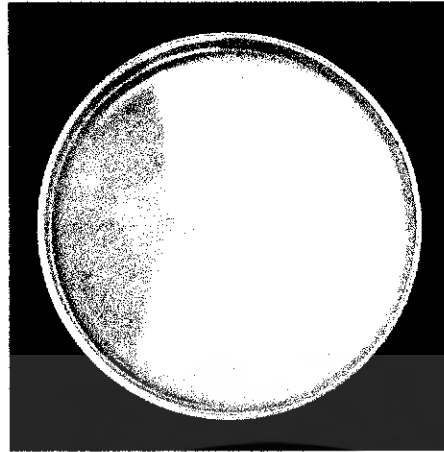
สายพันธุ์	ลักษณะของลูกผสมและเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่		
	เส้นใยบริเวณที่กลุ่มผสมเจริญมาชนกัน	ลักษณะของเส้นใย	ลักษณะของโคโลนี
DP.LS11	เส้นใยเจริญเร็วและหนาแน่น สร้างสารสีน้ำตาลอ่อน	เส้นใยมีขนาดปานกลาง สร้างแกลมปีคอนเนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา คล้ายกับโคโลนีของเห็ดขอนขาว
DS.LP4	เส้นใยเจริญเร็วและหนาแน่น สร้างสารสีน้ำตาล	เส้นใยมีขนาดใหญ่ สร้างแกลมปีคอนเนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3.3 (ต่อ) ลักษณะของโคโลนีของกลุ่มผสมพันธุ์และเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่

สายพันธุ์	ลักษณะของกลุ่มผสมและเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อแม่		
	เส้นใยบริเวณที่กลุ่มผสม เจริญมาชนกัน	ลักษณะของเส้นใย	ลักษณะของโคโลนี
เห็ดขอนขาว	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	เส้นใยเจริญฟูหนา
เห็ดบด	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	เส้นใยฟูปานกลาง
LS11	-	เส้นใยมีขนาดปานกลาง ไม่สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	โคโลนีเจริญฟูหนา
LP4	-	เส้นใยมีขนาดเล็ก ไม่ สร้างแคลมปีคอน เนคชั่น	เส้นใยเดินเรียบไม่ฟู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

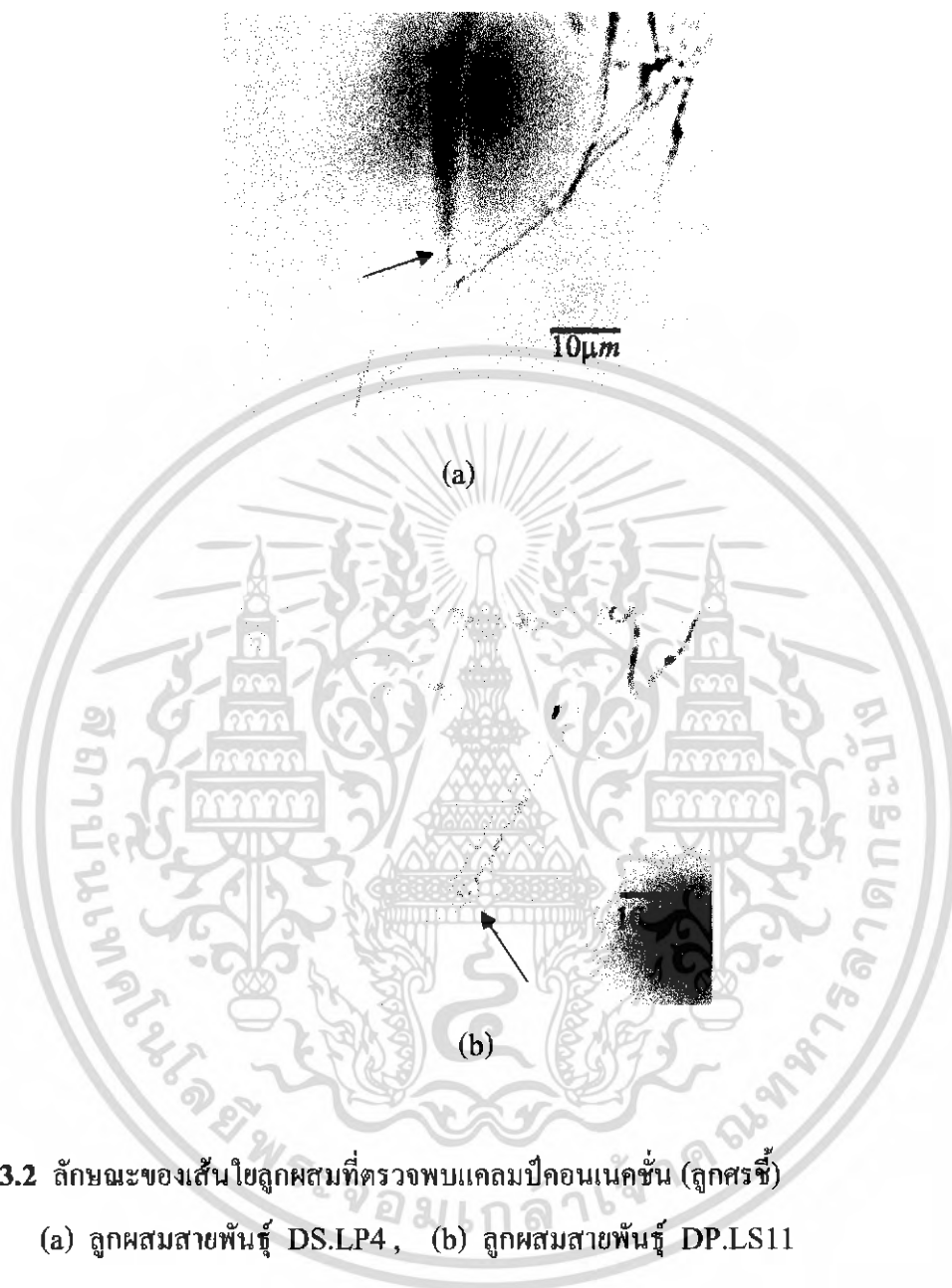


(b)

ภาพที่ 4.3.1 ลักษณะโคโลนีของกลุ่มสมพันธุ์แบบ dimon-mating ลักษณะโคโลนีของกลุ่มสมพันธุ์แบบ dimon-mating บนจานอาหาร PDA เมื่อป่มเส้นใยกลุ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

- (a) ลักษณะโคโลนีของกลุ่มสมพันธุ์แบบ dimon-mating ของเส้นใยโมนาคารีออนของเห็ดขอนขาวสายพันธุ์ LS 11 (ขวา) และโคคารีออนของเห็ดคบด (ซ้าย)
- (b) ลักษณะโคโลนีของกลุ่มสมพันธุ์ของเส้นใยโมนาคารีออนของเห็ดคบดสายพันธุ์ LP4 (ขวา) และโคคารีออนของเห็ดขอนขาว (ซ้าย)

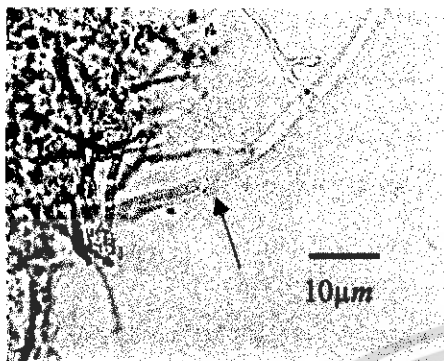
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3.2 ลักษณะของเส้นใยลูกผสมที่ตรวจพบเคลมปีคอนเนคชั่น (ลูกศรชี้)

(a) ลูกผสมสายพันธุ์ DS.LP4, (b) ลูกผสมสายพันธุ์ DP.LS11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เห็นขนขาว



เห็นปด



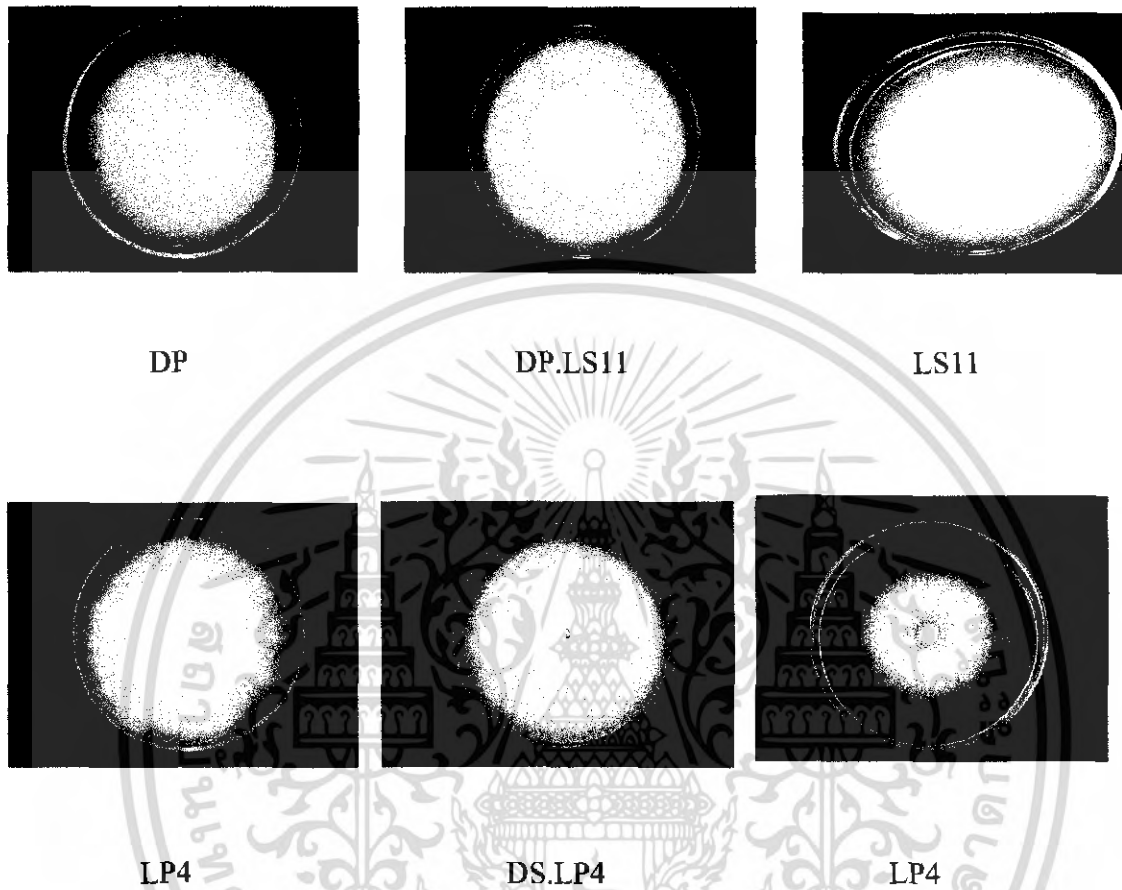
LS11



LP4

ภาพที่ 4.3.3 ลักษณะของเส้นใยไดคาร์บอนและโมนิคาร์บอนสายพันธุ์พ่อแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3.4 แสดงลักษณะของโคโลนีของลูกผสมและโคโลนีของพ่อแม่ เมื่อทำการผสมพันธุ์แบบ dimon-mating ระหว่างเชื้อดองข้าวและเชื้อดัด บนจานอาหาร PDA และบ่มเส้นใย กลุ่มผสมที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

4.4 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยลูกผสม

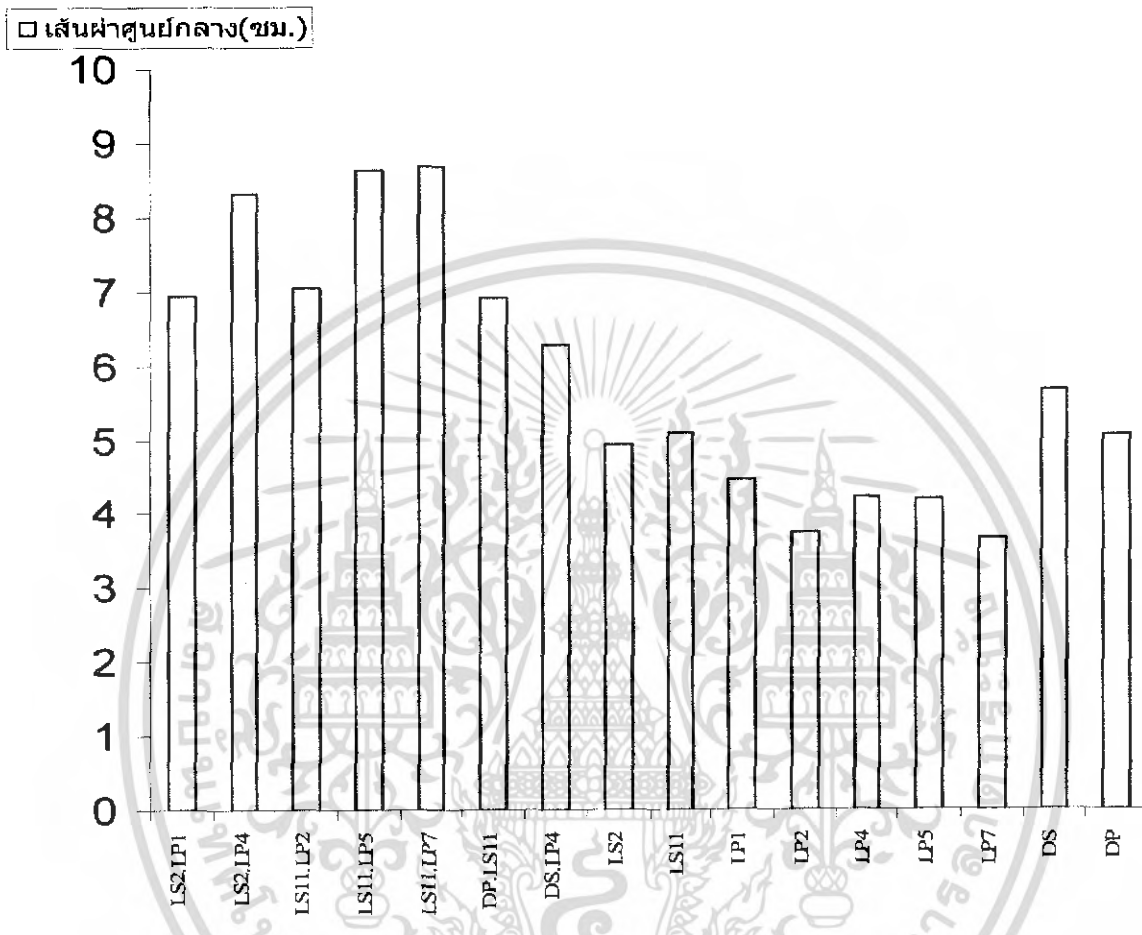
เมื่อนำเห็ดลูกผสมมาทำการศึกษานาของโคโลนีของเส้นใยลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่ โดยเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน พบว่าลูกผสมซึ่งได้แก่ LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7, DP.LS11 และ DS.LP4 มีขนาดโคโลนีเฉลี่ย 6.93, 8.32, 7.05, 8.63, 8.67, 6.92 และ 6.27 ตามลำดับ ในขณะที่โคคาริออนของเห็ดขอนขาวและของเห็ดคบดีมีขนาดโคโลนีเฉลี่ย 5.67 และ 5.07 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.4) ผลการทดลองแสดงว่าเส้นใยลูกผสมซึ่งเป็นโคคาริออนเจริญเร็วกว่าพ่อแม่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.) ของลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ (บนอาหาร PDA โดยบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

สายพันธุ์	เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)
LS2.LP1	6.93d
LS2.LP4	8.32b
LS11.LP2	7.05c
LS11.LP5	8.63a
LS11.LP7	8.67d
DP.LS11	6.92e
DS.LP4	6.27i
LS2	4.93g
LS11	5.10j
LP1	4.47n
LP2	3.75k
LP4	4.22m
LP5	4.20l
LP7	3.67o
โคคาริออนเห็ดขอนขาว (DS)	5.67f
โคคาริออนเห็ดคบดี (DP)	5.07h

*ค่าในวงเล็บบ่งชี้ความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 เส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.) ของลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ (บนอาหาร PDA โดย บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลองการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของทุกสายพันธุ์

เมื่อนำเส้นใยของลูกผสมจำนวน 7 สายพันธุ์ คือ LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7, DP.LS11 และ DS.LP4 มาทำการเลี้ยงในวัสดุเพาะก้อนขี้เลื่อยโดยบ่มที่อุณหภูมิห้อง พบว่าลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์สามารถเพาะให้เกิดดอกได้ทั้งหมด โดยเห็นลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันดังแสดงในตารางที่ 4.4 กล่าวคือมีหมวกเห็ดเป็นรูปทรงกรวยสี่เหลี่ยมถึงสี่น้ำเตาตลบ บนหมวกดอกมีขนและเกล็ดกระจายอยู่ทั่วทั้งหมวกดอก ขอบหมวกดอกม้วนเข้าด้านใน ก้านดอกมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก สปอร์มีลักษณะสีขาวใสรูปทรงรีและสปอร์พิมพ์มีสีเหลืองครีม สำหรับรายละเอียดของลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์รวมทั้งของพ่อแม่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5.1 – 4.5.5



ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่

สายพันธุ์ของ เห็ดลูกผสม	1.จำนวนดอก เฉลี่ยต่อก้อน เพาะ	2.น้ำหนักดอก สดเฉลี่ย	3.รูปร่างของ หมวกดอก	4.สีของหมวก ดอก	5.เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางดอก เฉลี่ย (cm)
LS2.LP1	28.21f	27.54h	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีม	4.24d
LS2.LP4	19.35h	35.41e	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีมอมน้ำตาล อ่อน	5.61a
LS11.LP2	31.37d	36.42d	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีม	3.51g
LS11.LP5	16.52i	29.16g	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีมอมน้ำตาล อ่อน	4.23e
LS11.LP7	30.10e	25.13i	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีม	2.66h
DS.LP4	21.54g	34.31e	คล้ายกรวยกรอง (infundibuliform)	ครีมอมน้ำตาล	5.55b
DP.LS11	39.15b	39.61c	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	ครีม	4.27d
เห็ดขอนแก่น	40.12a	41.30a	ตรงกลางนูนเป็น ช่อง (central depressed)	น้ำตาลปนเหลือง	4.11f
เห็ดบด	38.76c	40.11b	คล้ายกรวยกรอง (infundibuliform)	น้ำตาลปนเทา	5.02c

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่

สายพันธุ์ของ เห็ดลูกผสม	6.ลักษณะผิว หมวก	7.ความหนาของ เนื้อดอกและ ผิวสัมผัส	8.ลักษณะขอบ หมวกดอก	9.การยึดติดของ ครีบกับก้านดอก (attachment)	10.การเว้น ช่องว่างภายใน ครีบของหมวก
LS2.LP1	มีขนสีน้ำตาล อ่อนกระจายทั่ว ผิวหมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว และ ยึดหยุ่น	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
LS2.LP4	มีขนสีน้ำตาลอม เทากระจายทั่วผิว หมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว และ ยึดหยุ่น	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
LS11.LP2	มีขนสีน้ำตาล อ่อนกระจายทั่ว ผิวหมวก	เนื้อดอกบางปาน กลางและเหนียว	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกัน เล็กน้อย (closed)
LS11.LP5	มีขนสีน้ำตาลอม เทากระจายทั่วผิว หมวก	เนื้อดอกบางปาน กลางและ เหนียว ยึดหยุ่น	มีวนเข้าข้างใน เล็กน้อย และปริ แยกออก	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
LS11.LP7	มีขนสีน้ำตาล อ่อนกระจายทั่ว ผิวหมวก	เนื้อดอกบางปาน กลางและ เหนียวหนาไม่	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
DS.LP4	มีขนสีน้ำตาล กระจายทั่วผิว หมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว	มีวนเข้าข้างใน เล็กน้อย	ครีบติดยาวไป ตามก้าน (decurent)	เรียงชิดกัน เล็กน้อย (subdistant)
DP.LS11	มีขนสีเทา กระจายทั่วผิว หมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว และ ยึดหยุ่น	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
เห็ดขอนแก่น	มีขนสีน้ำตาล อ่อนกระจายทั่ว ผิวหมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว และ ยึดหยุ่น	มีวนเข้าข้างใน	ครีบติดกับก้าน เป็นบริเวณกว้าง (adnate)	เรียงชิดกันมาก (intermediate)
เห็ดบด	มีขนสีเทา กระจายทั่วผิว หมวก	เนื้อดอกไม่บาง เหนียว	มีวนเข้าข้างใน เล็กน้อย	ครีบติดยาวไป ตามก้าน (decurent)	เรียงชิดกัน เล็กน้อย (subdistant)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของ ลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่

สายพันธุ์ของ เห็ดลูกผสม	11.จำนวนครีบ / 1 ซม.	12.สีของครีบ	13.ความกว้าง ของครีบดอก (ซม.)	14.รูปร่างของ ก้านดอก	15.ผิวก้าน
LS2.LP1	29.12a	ขาวครีม	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีครีม กระจายอยู่
LS2.LP4	27.35b	ครีมอมน้ำตาล อ่อน	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีครีม กระจายอยู่
LS11.LP2	18.72ef	ครีมอมน้ำตาล อ่อน	0.02	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีขนสีครีม กระจายอยู่
LS11.LP5	25.51b	ครีมอมเหลือง	0.02	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีขนสีเทา กระจายอยู่
LS11.LP7	21.81d	ครีมอมเหลือง	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีครีม กระจายอยู่
DS.LP4	15.36g	เหลืองอมน้ำตาล	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีครีมอม น้ำตาลกระจาย อยู่
DP.LS11	17.57f	ครีม	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีเทา กระจายอยู่
เห็ดขอนแก่น	23.12c	ครีม	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีเทา กระจายอยู่
เห็ดคบค	19.48e	เหลืองอมน้ำตาล	0.05	ก้านดอกมีขนาด เท่ากัน (equal)	มีเกล็ดสีครีมอม น้ำตาลกระจาย อยู่

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของ ลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่

สายพันธุ์ของ เห็ดลูกผสม	16. ความยาว ก้านดอกเฉลี่ย (ซม.)	17. เส้นผ่าศูนย์กลาง ก้านดอก (ซม.)	18. สีของ ก้านดอก	19. ลักษณะ ภายในก้าน	20. การติดของก้านดอก กับหมวกดอก
LS2.LP1	1.92c	0.61ab	ขาวครีม	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียวนุ่ม ยึดหยุ่น	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
LS2.LP4	2.73c	0.60b	ขาวครีม มี เส้นสีน้ำตาล แทรก	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียวนุ่ม ยึดหยุ่น	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
LS11.LP2	2.05c	0.60b	ขาวครีมอม น้ำตาลอ่อน	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียวนุ่ม ยึดหยุ่น	ติดเอียงไปด้านข้าง (excentric)
LS11.LP5	1.23g	0.50e	ขาวครีมอม เทา	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียวนุ่ม มี สีครีมอมเทา	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
LS11.LP7	2.44d	0.63a	ขาวครีม	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียวนุ่ม ยึดหยุ่น	ติดเอียงไปด้านข้าง (excentric)
DS.LP4	2.06e	0.62a	ขาวครีม	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียว	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
DP.LS11	1.67f	0.55d	ขาวครีม มี เส้นสีน้ำตาล แทรก	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียว	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
เห็ดขอนแก่น	3.38a	0.58c	ขาวครีม	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียว	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)
เห็ดบด	3.42b	0.62a	น้ำตาลปน เทา	ตัน ไม่กลวง เนื้อเหนียว	ตรงกลางหรือเอียงไป ด้านข้าง (central- excentric)

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความน่าจะเป็นไปได้ 0.05

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาทั้งภายนอกและภายในของลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่

สายพันธุ์ของ เห็ดลูกผสม	21.สีของสปอร์ พิมพ์	22.สีของเนื้อเชื้อ	23.ขนาดเส้นใย dikaryon เฉลี่ย (μm)	24.รูปร่างสปอร์	25.ขนาด basidiospore (μm)
LS2.LP1	เหลืองครีม	ขาวครีม	3.26e	รูปรี	6.14x2.38
LS2.LP4	เหลืองครีม	ขาวครีม	3.21f	รูปรี	5.53x2.16
LS11.LP2	เหลืองครีม	ขาวครีม	4.22b	รูปรี	5.78x2.14
LS11.LP5	ครีม	ขาวครีม	4.01d	รูปรี	6.62x2.18
LS11.LP7	ครีม	ขาวครีม	4.16c	รูปรี	6.45x2.68
DS.LP4	เหลืองครีม	ขาวครีม	4.24a	รูปรี	6.44x2.45
DP.LS11	เหลืองครีม	ขาวครีม	3.02g	รูปรี	6.12x3.28
เห็ดขอนแก่น	เหลืองครีม	ขาวครีม	1.28h	รูปรี	2.91 x1.68
เห็ดบด	ครีม	ขาวครีม	1.13i	รูปรี	3.69 x1.22

ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเป็นไปได้ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

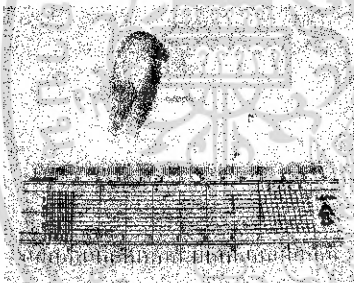


เห็ดขอนขาว



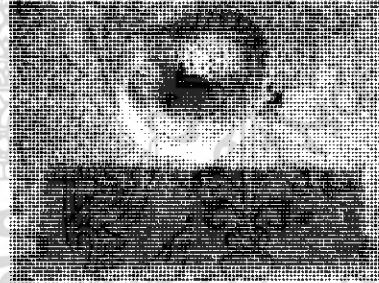
เห็ดบด

LS2.LP1



LS11.LP5

LS2.LP4



LS11.LP7

LS11.LP2



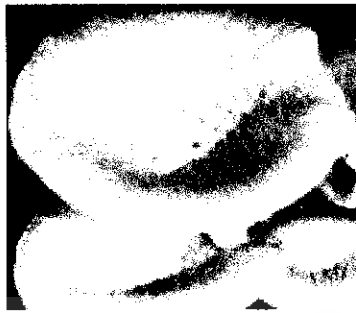
DP.LS11



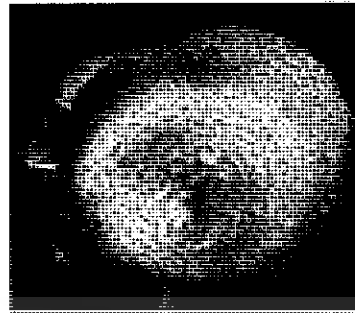
DS.LP4

ภาพที่ 4.5.1 แสดงลักษณะของเห็ดขอนขาว เห็ดบดและลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์
ที่มาภาพเห็ดขอนขาวและเห็ดบด : จันทิมาภรณ์ นววงศ์วิวัฒน์ (2547)

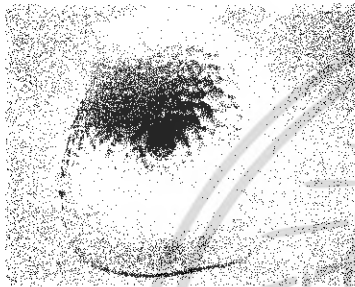
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



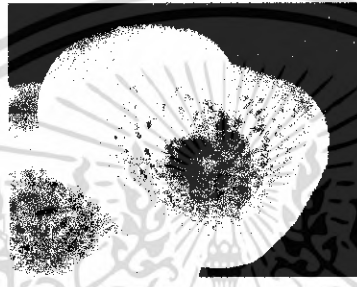
เห็ดขอนขาว



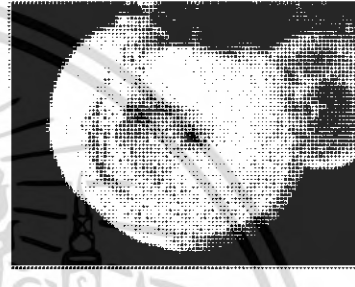
เห็ดบด



LS2.LP1



LS2.LP4



LS11.LP2



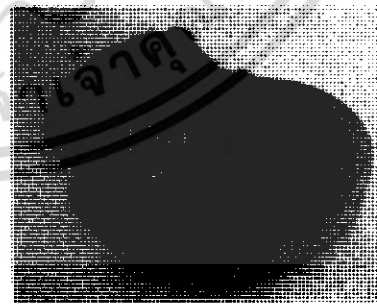
LS11.LP5



LS11.LP7



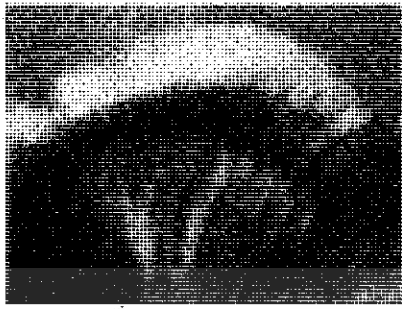
DP.LS11



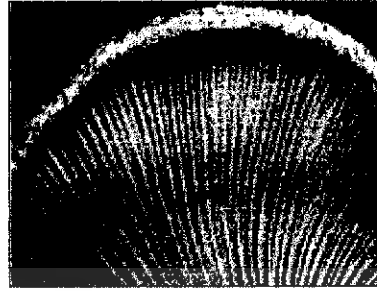
DS.LP4

ภาพที่ 4.5.2 แสดงลักษณะหมวกดอกของเห็ดขอนขาว เห็ดบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์

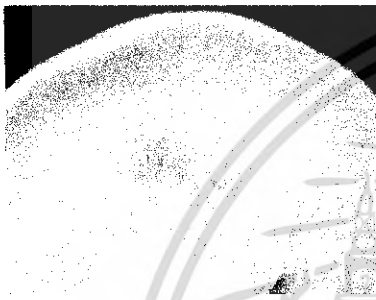
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เยื่อแก้วหู



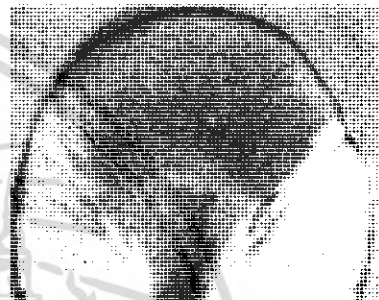
เยื่อแก้วหู



LS2.LP1



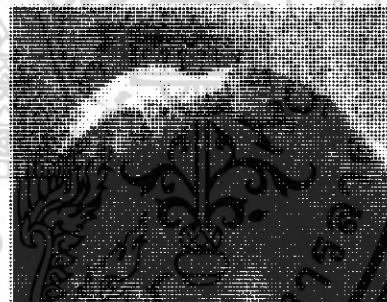
LS2.LP4



LS11.LP2



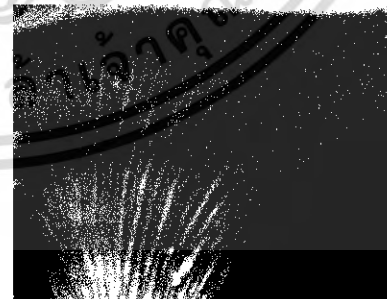
LS11.LP5



LS11.LP7



DP.LS11



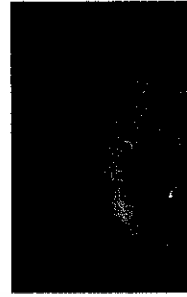
DS.LP4

ภาพที่ 4.5.3 แสดงลักษณะของครีบบนของเยื่อแก้วหู เยื่อแก้วหู และเยื่อแก้วหูทั้ง 7 สายพันธุ์

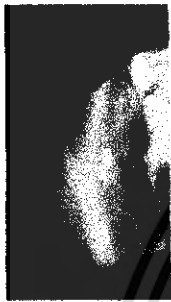
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



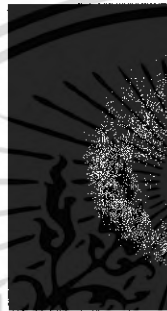
เห็นคนขาว



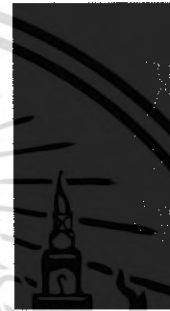
เห็นบด



LS2.LP1



LS2.LP4



LS11.LP2



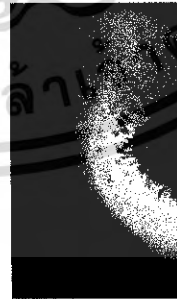
LS11.LP5



LS11.LP7



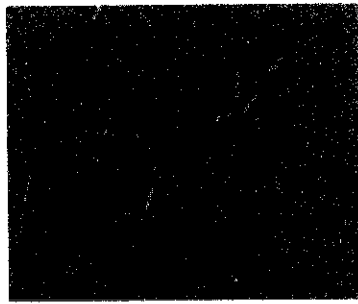
DP.LS11



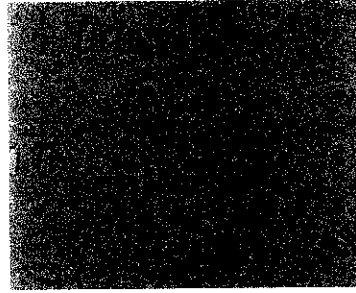
DS.LP4

ภาพที่ 4.5.4 แสดงลักษณะของสปอร์พิมพ์ของเห็ดคนขาว เห็ดบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์

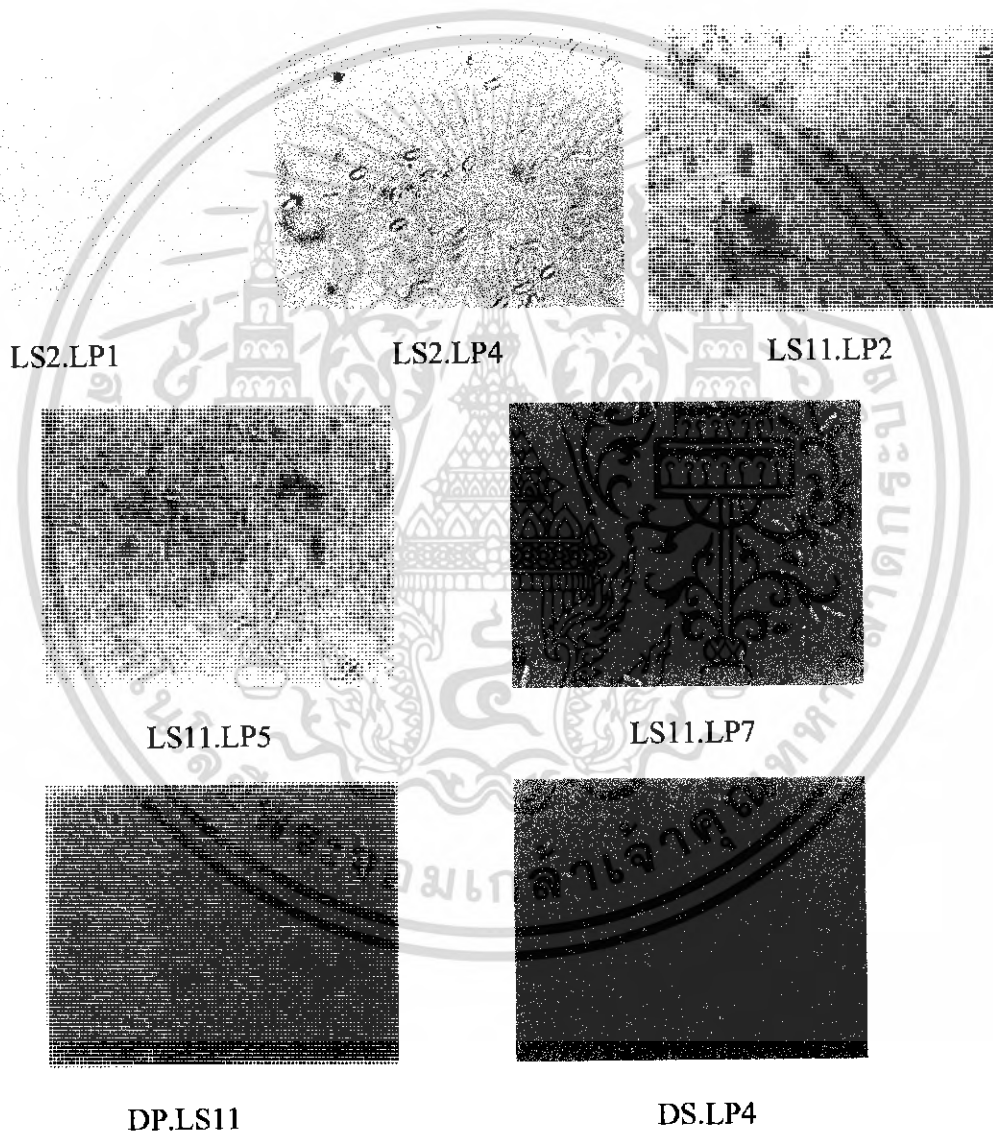
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เห็ดขนขาว



เห็ดบด



ภาพที่ 4.5.5 แสดงลักษณะเบซิดิโอสปอร์ของเห็ดขนขาว เห็ดบด และเห็ดลูกผสมทั้ง 7 สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการผสมพันธุ์ระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบคโดยวิธีมอนมอน (monmon-mating) และวิธีไดมอน (dimon - mating) พบว่าในการผสมพันธุ์โดยวิธีมอนมอนได้ลูกผสม 5 สายพันธุ์ (LS2.LP1, LS2.LP4, LS11.LP2, LS11.LP5, LS11.LP7) ซึ่ง 2 สายพันธุ์แรกเกิดจากเห็ดขอนขาวชนิด A_1B_1 และเห็ดคบคชนิด A_2B_2 และ 3 สายพันธุ์หลังเกิดจากเห็ดขอนขาวชนิด A_1B_2 และเห็ดคบคชนิด A_2B_1 ซึ่งลูกผสมที่ได้เกิดจากเส้นใยที่มี mating type ตรงข้ามกัน ($A \neq B \neq$) มาผสมกันเท่านั้น ส่วนคู่ผสมพันธุ์ที่มี mating type ตรงข้ามกัน แต่ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ อาจเป็นเพราะมีปัจจัยอื่นในการทำให้เห็ดต่างชนิดกันสามารถผสมพันธุ์กันได้ซึ่ง Ikeda และคณะ (2002) ได้อธิบายถึงความไม่เข้ากันทางเพศว่ามีปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้องหลายปัจจัย คือ สูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงเชื้อ ความสามารถในการเคลื่อนย้ายนิวเคลียสของสายพันธุ์ที่แยกจากสปอร์เดี่ยวเอง เช่น ชนิดของสายพันธุ์ รูปร่างเส้นใย อายุของเส้นใย และแหล่งที่มาของสายพันธุ์

เมื่อทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าลักษณะของดอกเห็ดมีการกระจายตัวหลายแบบ ซึ่งตรงกับการทดลองของ Simchen (1965) ซึ่งได้ทำการทดลองการผสมพันธุ์แบบมอนมอนในเห็ด *Schizophyllum commune* ได้ลูกผสมที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม และตรงกับการทดลองของอนูวัตน์ (2544) ซึ่งได้ทำการผสมพันธุ์แบบมอนมอนระหว่างเห็ดนางฟ้ากับเห็ดนางฟ้าภูฐานที่พบว่าลักษณะของดอกเห็ดลูกผสมมีการกระจายตัวหลายแบบเช่นกัน ซึ่งการผสมพันธุ์แบบมอนมอนเป็นการพัฒนาสายพันธุ์เห็ด โดยเกิดจากการเชื่อมต่อระหว่างเส้นใย 2 สายพันธุ์โดยแคลมป์คอนเนกชัน และมีการแลกเปลี่ยนสารภายในเซลล์ ทำให้ได้ลูกผสมลักษณะใหม่ๆ (Fritch, 1978)

ในการทดลองผสมพันธุ์แบบไดมอนระหว่างเห็ดขอนขาวและเห็ดคบคพบว่าได้ลูกผสม 2 สายพันธุ์ (DP.LS11 และ DS.LP4) โดยการผสมพันธุ์แบบไดมอนนี้ นิวเคลียสไดนิวเคลียสหนึ่งของเส้นใยนิวเคลียสจะย้ายเข้าไปอยู่ในเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวอันเป็นวิธีที่รวมลักษณะทางพันธุกรรมไว้ (Eger, 1978) สำหรับสาเหตุที่ได้ลูกผสมเพียง 2 สายพันธุ์น่าจะมีสาเหตุเช่นเดียวกับการทดลองการผสมพันธุ์โดยวิธีมอนมอน

จากการศึกษาอัตราการเจริญของเส้นใยลูกผสมและเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเส้นใยสายพันธุ์พ่อและแม่พบว่าการเจริญของเส้นใยลูกผสมมีการเจริญที่เร็วกว่าเส้นใยของสายพันธุ์พ่อและแม่ โดยลูกผสมสายพันธุ์ LS11.LP5 และ LS11.LP7 มีอัตราการเจริญสูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเส้นใยกับน้ำหนักดอกสดเฉลี่ยต่อก้อนแล้วพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าเส้นใยที่เจริญเร็วอาจไม่ให้ผลผลิตที่สูง

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดลูกผสมเปรียบเทียบกับพ่อแม่พบว่า เห็ดลูกผสมจำนวน 7 สายพันธุ์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาลักษณะคล้ายกันโดยมีความแตกต่างกันในรายละเอียดด้านต่างๆ เพียงเล็กน้อย

ลูกผสมสายพันธุ์ LS2.LP1 , LS2.LP4 , LS11.LP2 , LS11.LP5 , LS11.LP7 DP.LS11 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาลักษณะคล้ายกับเห็ดขอนขาวมากกว่าเห็ดคบด กล่าวคือ หมวกดอกเห็ดมีลักษณะ central depressed สีของหมวกดอกมีสีครีมอมน้ำตาล ครีบบมีการติดกับก้านดอกแบบ adnate มีขนสีน้ำตาลกระจายทั่วผิวหมวกเช่นเดียวกับเห็ดขอนขาว ยกเว้น LS11.LP5 และ DP.LS11 ซึ่งมีขนสีเทากระจายทั่วผิวหมวกเหมือนเห็ดคบด และมีสปอร์พิมพ์สีเหลืองครีมเช่นเดียวกับเห็ดขอนขาว

ลูกผสมสายพันธุ์ DS.LP4 มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาลักษณะคล้ายกับเห็ดคบดมากกว่าเห็ดขอนขาว กล่าวคือ หมวกดอกเห็ดมีลักษณะ infundibuliform ครีบบมีการติดกับก้านแบบ decurrent โดยมิลักษณะที่คล้ายกับเห็ดขอนขาวคือ ผิวหมวกมีขนสีน้ำตาลกระจายทั่วผิวหมวกและสปอร์พิมพ์มีสีเหลืองครีม

สำหรับข้อเสนอแนะมีดังต่อไปนี้

1. ควรมีการศึกษาด้าน molecular biology ของสายพันธุ์ลูกผสมและสายพันธุ์พ่อแม่ เช่น ศึกษาลายพิมพ์ DNA โดยวิธี RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) หรือโดยวิธี RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) เพื่อเป็นการบ่งชี้สายพันธุ์ลูกผสมว่าเป็นลูกผสมของสายพันธุ์พ่อแม่หรือไม่
2. ควรมีการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมในการตรวจสอบความเป็นลูกผสม

3. ควรมีการผสมพันธุ์ซ้ำจนกว่าจะแน่ใจว่าคู่ผสมที่มี mating type จะผสมพันธุ์กันได้หรือไม่
4. ควรมีการปรับปรุงพันธุ์เห็ด โดยวิธีการผสมพันธุ์แบบดั้งเดิม โดยเปลี่ยนชนิดของเห็ด เพื่อให้ได้เห็ดลูกผสมที่มีลักษณะดีและเป็นประโยชน์ทางการค้าต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ขนิษฐา พรเจริญโรจน์. 2543. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดฟางโดยการผสมพันธุ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- จิราพร นิลฉวี. 2546 . การศึกษาสัณฐานวิทยาและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเห็ดบางชนิดในสกุล *Pleurotus* โดยเทคนิค PCR/RFLP . วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- จันทิมาภรณ์ นววงศ์วิวัฒน์. 2547. สัณฐานวิทยาและระบบเพศของเห็ดกินได้บางชนิดในสกุล *Lentinus*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- เทพนิมิตร ทองจันทร์ และ รัตนาพร คำสอน. 2542 . การศึกษาสัณฐานวิทยาของเห็ดราขนาดใหญ่บางชนิดในชั้น Basidiomycetes ที่เก็บรวบรวมได้ ในบริเวณสถานีพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าเขาเจ็พพ จังหวัดชลบุรี .ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- บุญส่ง วงศ์เกรียงไกร. 2537 . การเพาะเห็ดฟาง . ชมรมนักเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.
- บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532 . จุลชีววิทยา เล่ม 2 . กรุงเทพฯ . สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ .
- ประภัสสร โชคสวนทรัพย์. 2540 .การผสมพันธุ์ระหว่างเห็ดหอมและเห็ดขอนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- ปัญญา โพธิ์รัตน. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร .สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- ราชบัณฑิตยสถาน.2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน . กรุงเทพฯ
- สาทิณี ชื่อดรง. 2547. สัณฐานวิทยาและระบบการผสมพันธุ์ของเห็ดกินได้บางชนิดในสกุล *Pleurotus*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- ศิริพร เศษะอุป. 2544 . การปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์ระหว่างเส้นใยนิวเคลียสคู่กับเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อนุวัฒน์ รัตนชัย. 2544. การผสมข้ามชนิดของเห็ดนางฟ้ากับเห็ดนางฟ้าภูฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญา
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต(เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

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

Bartholomew, K.A, A.L. Marion, C.P. Novotny and R.C. Ullrich. 1996. 371 – 384. A Case Study
of Fungal Development and Genetics : *Schizophyllum commune*. In C.J. Bos (editor) :
Fungal Genetics, Principles and Practice . New York : Marcel Dekker, Inc.

Eger, G. 1978. Biology and Breeding of *Plurotus ostreatus*. Mushroom Science IX (part1). 567-573
p.

Frith, G. 1978. Breeding work, p. 239-250. In S.T. Chang and W.A. Hays (eds). The Biology and
Cultivation of Edible mushroom. Academic Press, New York.

Ikeda, K.I. et. al. 2003. Mycelial incompatibility operative in pairings between single basidiospore
isolates of *Helicodasidium mompa*. Mycological research. 107 (7) : 847 – 853.

Oei, P. 1996. Mushroom Cultivation , with Special Emphasis on Appropriate Techniques for
Developing Countries . Leiden : Tool Publication.

Raper, J.R. 1996. Genetics of Sexuality in Higher Fungi. Ronald Press , New York.

Simchen, G. and J. L. Jinks. 1964. The Determination of Dikaryotic Growth Rate in the
Basidiomycetes *Schizophyllum commune* a biometrical analysis. Department of Genetics,
University of Birmingham , Alabama.

Simchen, G. 1964 . Monokaryotic Variation and Haploid Selection in *Schizophyllum commune*.
Department of Genetics, University of Birmingham , Alabama.

<http://www.apsnet.org/education/IllustratedGlossary/PhotosA-D/clampconnection.htm>

web.mac.com/mac98.ac.il/.../fungislides/fungi_pp.htm

ภาคผนวก ก

อาหาร potato dextrose agar, PDA

ใช้อาหาร PDA สำเร็จรูป โดยหึ่ง PDA 39 กรัม หรือ ใช้ PDB (potato dextrose broth) 24 กรัม เติมน้ำ 15 กรัม และเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข.1 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของเส้นใยถุกผสม

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: COLONY

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	117.934 ^a	15	7.862	78622.99	.000
Intercept	1483.519	1	1483.519	1.5E+07	.000
STRAIN	117.934	15	7.862	78622.99	.000
Error	3.200E-03	32	1.000E-04		
Total	1601.457	48			
Corrected Total	117.938	47			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LP7	3	3.6700							
LP1	3		3.7500						
LP4	3		3.7500						
LP5	3			4.2000					
LP2	3				4.2200				
LS11	3					4.4700			
DS.LP4	3						4.9300		
DP	3							5.0700	
LS2	3								5.1000
DS	3								
DP.LS11	3								
LS11.LP7	3								
LS2.LP1	3								
LS11.LP2	3								
LS2.LP4	3								
LS11.LP5	3								
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset					
		9	10	11	12	13	14
LP7	3						
LP1	3						
LP4	3						
LP5	3						
LP2	3						
LS11	3						
DS.LP4	3						
DP	3						
LS2	3						
DS	3	5.6700					
DP.LS11	3		6.2700				
LS11.LP7	3			6.9200			
LS2.LP1	3			6.9300			
LS11.LP2	3				7.0500		
LS2.LP4	3					8.3200	
LS11.LP5	3						8.6300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Mean for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of squares

The error term is Mean Square(error) = 1.000E-04.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.
- b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 2 การศึกษาจำนวนดอกเฉลี่ยต่อก่อนขี้เถ้า

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1903.320 ^a	8	237.915	14897.28	.000
Intercept	23375.956	1	23375.956	1463708	.000
STRAIN	1903.320	8	237.915	14897.28	.000
Error	.287	18	1.597E-02		
Total	25279.563	27			
Corrected Total	1903.608	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan^b

STRAIN	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
s11p5	3	16.5200								
s2p4	3		19.3500							
dsp4	3			21.3600						
s2p1	3				28.2100					
s11p7	3					30.1000				
s11p2	3						31.2467			
dp	3							38.7600		
dps11	3								39.1500	
ds	3									40.1200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.597E-02.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 3 การศึกษานำหนักดอกสดเฉลี่ย

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: W

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	817.898 ^a	8	102.237	890453.3	.000
Intercept	31825.627	1	31825.627	2.8E+08	.000
STRAIN	817.898	8	102.237	890453.3	.000
Error	2.067E-03	18	1.148E-04		
Total	32643.527	27			
Corrected Total	817.900	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
s11p7	3	25.1400								
s2p1	3		27.5400							
s11p5	3			29.1600						
dsp4	3				34.3100					
s2p4	3					35.4100				
s11p2	3						36.4200			
dps11	3							39.6000		
dp	3								40.1100	
ds	3									41.3033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.148E-04.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 การศึกษาเส้นผ่าศูนย์กลางดอก(ชม.)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	21.362 ^a	8	2.670	23256.93	.000
Intercept	513.085	1	513.085	4468803	.000
STRAIN	21.362	8	2.670	23256.93	.000
Error	2.067E-03	18	1.148E-04		
Total	534.449	27			
Corrected Total	21.364	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset							
		1	2	3	4	5	6	7	8
s11p7	3	2.6600							
s11p2	3		3.5100						
ds	3			4.1133					
s11p5	3				4.2300				
dps11	3					4.2700			
s2p1	3					4.2700			
dp	3						5.0200		
dsp4	3							5.5500	
s2p4	3								5.6100
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.148E-04.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 5 การศึกษาจำนวนครีปต่อความยาว 1 ซม.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	450.074 ^a	8	56.259	138.091	.000
Intercept	12892.593	1	12892.593	31645.45	.000
STRAIN	450.074	8	56.259	138.091	.000
Error	7.333	18	.407		
Total	13350.000	27			
Corrected Total	457.407	26			

a. R Squared = .984 (Adjusted R Squared = .977)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset						
		1	2	3	4	5	6	7
dsp4	3	15.6667						
dps11	3		17.6667					
s11p2	3		18.6667	18.6667				
9	3			19.3333				
s11p7	3				21.6667			
8	3					23.3333		
s11p5	3						25.6667	
s2p4	3						26.6667	
s2p1	3							28.0000
Sig.		1.000	.071	.217	1.000	1.000	.071	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .407.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 6 การศึกษาความยาวก้านดอกเฉลี่ย(ชม.)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	14.333 ^a	8	1.792	161.141	.000
Intercept	148.216	1	148.216	13330.54	.000
STRAIN	14.333	8	1.792	161.141	.000
Error	.200	18	1.112E-02		
Total	162.749	27			
Corrected Total	14.533	26			

a. R Squared = .986 (Adjusted R Squared = .980)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
s11p5	3	1.2367					
dps11	3		1.6733				
s2p1	3			1.9267			
s11p2	3			2.0500			
dsp4	3			2.0633			
s11p7	3				2.4400		
s2p4	3					2.7300	
9	3						3.4200
8	3						3.5467
Sig.		1.000	1.000	.149	1.000	1.000	.158

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.112E-02.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 7 เส้นผ่าศูนย์กลางก้านดอกเฉลี่ย (cm)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.992E-02 ^a	8	4.990E-03	53.890	.000
Intercept	9.375	1	9.375	101251.2	.000
STRAIN	3.992E-02	8	4.990E-03	53.890	.000
Error	1.667E-03	18	9.259E-05		
Total	9.417	27			
Corrected Total	4.159E-02	26			

a. R Squared = .960 (Adjusted R Squared = .942)

Duncan^{a,b}

STRAIN	N	Subset				
		1	2	3	4	5
s11p5	3	.5000				
dps11	3		.5500			
8	3			.5800		
s2p4	3				.6000	
s11p2	3				.6000	
s2p1	3				.6100	.6100
dsp4	3					.6200
9	3					.6200
s11p7	3					.6233
Sig.		1.000	1.000	1.000	.244	.135

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 9.259E-05.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. 8 ขนาดเส้นใย dikaryon เจริญ(μm)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: D

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	35.211 ^a	8	4.401	44013.33	.000
Intercept	271.130	1	271.130	2711301	.000
STRAIN	35.211	8	4.401	44013.33	.000
Error	1.800E-03	18	1.000E-04		
Total	306.343	27			
Corrected Total	35.212	26			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Duncan^b

STRAIN	N	Subset								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	3	1.1300								
8	3		1.2700							
dps11	3			3.0200						
s2p4	3				3.2100					
s2p1	3					3.2600				
s11p5	3						4.0100			
s11p7	3							4.1600		
s11p2	3								4.2200	
dsp4	3									4.2400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.000E-04.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้