โครงการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ

Optimal Conditions for Spawn Production of *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan

ประยูรศรี ฉัตรวชิระวงษ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีงบประมาณ 2544

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานงบประมาณแห่งชาติ ที่เล่งเห็นความสำคัญ คัดเลือก และให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับงานวิจัย

ขอขอบคุณ คุณศกุนตลา เกตุวงศา ฝ่ายเทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ช่วยบันทึกภาพผลงานวิจัย

ขอขอบคุณ ด.ช.ปุญญพัฒน์ ฉัตรวชิระวงษ์ และ ด.ช.รัชตไพบูลย์ แกะมา ที่คอยอยู่เป็นกำลังใจจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

บทคัดย่อ

เห็ดเผาะเป็นเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองของไทยที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก พบในฤดูกาลช่วงต้นฤดูฝน ปัจจุบันลดจำนวนลงมาก เนื่องจากเป็นเห็ดไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่กับรากไม้ในวงศ์ไม้ยางซึ่งถูกทำลายลงอย่างต่อเนื่อง หลายหน่วยงานพยายามเพาะและขยายพันธุ์เห็ดเผาะผสมผสานกับการอนุรักษ์ป่า แต่มีปัญหาจากแหล่งเชื้อที่ใช้อยู่มีข้อด้อยหลายประการ งานวิจัยนี้จึงทำศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ โดยเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์จากปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ด พบว่า วัสดุหลักที่ใช้ทำหัวเชื้อที่เหมาะสมคือ เมล็ดข้าวเจ้าให้ปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ย 181 มคก./ก.หัวเชื้อ วัสดุเสริมที่ใช้ทำหัวเชื้อที่เหมาะสมคือ ดินร่วนให้ปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ย 398 มคก./ก.หัวเชื้อ อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริมคือ เมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ให้ปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ย 697 มคก./ก.หัวเชื้อ ความชื้นของวัสดุทำหัวเชื้อที่เหมาะสมคือ 80% ให้ปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ย 747 มคก./ก.หัวเชื้อ และอุณหภูมิบ่มเชื้อที่เหมาะสม คือ 30-35 °ซ. ให้ปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ย 756 มคก./ก.หัวเชื้อ ที่สภาวะนี้ ทำให้ได้หัวเชื้อที่มีปริมาณเส้นใยมากในเวลาอันสั้น ต้นทุนการผลิตต่ำ ใช้วัสดุและขั้นตอนการเตรียมที่ง่ายเหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์สำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ และเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองชนิดอื่นต่อไป

ABSTRACT

Astraeus hygrometricus is Thai local economic mushroom which many people have liked to eat , finding in the early rainy season. Now it's population has been decreasing because It is the mycorrhizal fungi and has symbiosis with roots of *Dipterocarpaceae* trees which have been destroying. Several institutes tried to increasing *A.hygrometricus*'s population and related to the forest conservation but had many inoculum problems. This project has studied of optimal conditions for spawn production of *A. hygrometricus* by means comparing growth rates and glucosamine values of mycelium between 3 strains of *A. hygrometricus* , and found that appropriate major material was rice grain with glucosamine value 181 μg/g spawn. Appropriate minor material was loam with glucosamine value 398 μg/g spawn. Appropriate major and minor material ratio was 55 : 45 (w/w) with glucosamine value 697 μg/g spawn. Appropriate moisture material was 80% with glucosamine value 747 μg/g spawn. Appropriate tempertures of incubation were 30-35°C. with glucosamine value 756 μg/g spawn. At these conditions gave spawn with abundant mycelium in the short time of culturing with low cost , simple materials and preparing procedure and suitable to application of commercial spawn production of *A. hygrometricus* and anothor local economic mushrooms.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ช
บทนำ	1
ตรวจสอบเอกสาร	4
วิธีการวิจัย	20
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	27
สรุปผลการวิจัย	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด	11
2	รายงานการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคซามีนของเชื้อราในแต่ละผลิตภัณฑ์	18
3	การเจริญของเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการวิจัย	23
4	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_1 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ	27
5	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ	28
6	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ	29
7	ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนวัสดุ 6 ชนิด ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ	30
8	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_1 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ	31
9	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ	32
10	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ	32
11	ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนวัสดุ 4 ชนิด ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ	33
12	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_1 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน	34
13	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน	34
14	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน	35

ตารางที่ หน้า

15	ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 3 อัตราส่วน	35
16	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ	36
17	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ	37
18	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ	37
19	ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ซึ่งเจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ 5 ระดับความชื้น	38
20	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_1 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ	39
21	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ	39
22	ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ	39
23	ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ซึ่งเจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45%ที่มีความชื้น 80%บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 2 ระดับ	41

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะสัณฐานของเห็ดเผาะ	4
2	ลักษณะโครงสร้างภายในดอกเห็ดเผาะ	6
3	ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_1 ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.	40
4	ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.	41
5	ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.	42

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เห็ดเผาะ หรือ เห็ดถอบ (*Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan) เป็นเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองของไทยที่มีผู้นิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่ดี ดอกเห็ดมีลักษณะกลมขนาด 1.5-4 ซม. ไม่มีก้านดอก ดอกอ่อนมีสีขาวหม่น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) และกลายเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ มักพบเห็ดชนิดนี้เฉพาะช่วงต้นฤดูฝนระหว่างปลายเดือนเมษายนถึงกรกฎาคมในป่าไม้วงศ์ไม้ยูคาลิปตัส ไม้สน และไม้ยาง เช่น ยางนา เต็ง รัง เหียง พลวง และ กราด เป็นต้น โดยเป็นเอคโตไมคอร์ไรซาของพืชเหล่านี้ เส้นใยส่วนใหญ่ของเห็ดเผาะเจริญบริเวณปลายรากนอก เซลล์พืช ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้อยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ทำให้พืชมีอัตราการเจริญสูงขึ้น ทนแล้งได้มากขึ้น และต้านทานโรคได้ดีขึ้น ส่วนเห็ดได้รับวิตามิน กรดอะมิโน และฮอร์โมนจากรากพืช ในปัจจุบันป่าไม้ของไทยมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วจนน่าวิตก ก่อให้เกิดความเสียหายตามมามากมายหลายด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านระบบนิเวศของพืชและสัตว์ป่า เห็ดเผาะเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่ได้รับผลกระทบนี้โดยตรง จากการสำรวจตลาดท้องถิ่นแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างในช่วง 7 ปีที่ผ่านมาพบว่า เห็ดเผาะที่ส่งมาจำหน่ายมีปริมาณลดลงเรื่อยๆ และราคาแพงขึ้นทุกปี ที่ จ.อุบลราชธานี เป็นตัวอย่างซึ่งแสดงให้เห็นวิกฤตการณ์ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี โดยแต่เดิมชาวบ้านสามารถหาเห็ดเผาะได้ในปริมาณมาก นอกจากพอเพียงต่อการบริโภคภายในจังหวัดแล้ว สามารถส่งไปจำหน่ายยังจังหวัดใกล้เคียงได้อีกด้วย แต่ปัจจุบันชาวบ้านไม่สามารถหาเห็ดเผาะได้พอเพียงแม้แต่ต่อความต้องการของตลาดภายในจังหวัดเอง ทำให้ชาวบ้านต้องไปรับซื้อเห็ดเผาะจำนวนมากมาจากหมู่บ้านแถบชายแดนของประเทศลาวมาจำหน่ายอีกทอดหนึ่งในราคาตั้งแต่กิโลกรัมละ 70-250 บาท ขึ้นอยู่กับปริมาณเห็ดเผาะในตลาดของแต่ละวัน จากปัญหาดังกล่าว ทำให้หลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้ริเริ่มโครงการเพาะและขยายพันธุ์เห็ดเผาะผสมผสานกับการปลูกและอนุรักษ์ป่าขึ้น โดยทดลองเพาะสปอร์เห็ดเผาะที่ได้จากดอกเห็ดในฤดูกาล หรือเพาะเส้นใยเห็ดเผาะที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้นหรืออาหารเหลว ลงที่โคนกล้าไม้หรือไม้ที่โตแล้วให้เชื้อเห็ดเจริญร่วมกับรากพืชและออกดอกตามธรรมชาติเมื่อถึงฤดูกาล (ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536 ก ข ค) อย่างไรก็ตาม การใช้แหล่งเชื้อเห็ดในรูปของสปอร์นั้น ทำได้เพียงปีละครั้ง และไม่สามารถเก็บเชื้อเห็ดไว้ใช้ได้ตลอดปีเนื่องจากข้อจำกัดหลายประการ (ดีพร้อม, 2536) ส่วนการใช้แหล่งเชื้อเห็ดในรูปของเส้นใยที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อบน

อาหารวุ้นหรืออาหารเหลวนั้น สามารถเลี้ยงเชื้อใช้ใหม่ได้ตลอดปี แต่การใช้แหล่งเชื้อจากอาหารวุ้นอาจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ง่ายในการเก็บรักษา ก่อนหรือระหว่างการขนส่งสู่เกษตรกร หรือก่อนที่เกษตรกรจะนำไปใช้ หรือปัญหาจากการเพาะ เนื่องจากอาหารวุ้นที่ใช้เลี้ยงเส้นใยเห็ดเผาะเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ เชื้อจุลินทรีย์ในดินหลายชนิดสามารถเจริญปกคลุมอาหารวุ้นได้อย่างรวดเร็ว อาจทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเห็ดตามมาซึ่งมีผลต่อการรอดชีวิตของเชื้อเห็ด สำหรับการใช้แหล่งเชื้อจากอาหารเหลวนั้น อาจพบปัญหาการปนเปื้อนและการเก็บรักษาเช่นเดียวกับอาหารวุ้น นอกจากนี้ยังต้องใช้เครื่องมือในการผลิตที่จำเพาะ ใช้เวลาผลิตนาน และใช้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีอื่นอีกด้วย จากข้อด้อยของแหล่งเชื้อเห็ดประเภทต่างๆ ทำให้ผู้วิจัยเกิดแนวทางในการวิจัยที่จะผลิตแหล่งเชื้อเห็ดในรูปของหัวเชื้อ ซึ่งช่วยลดปัญหาการยับยั้งการเจริญหลังจากเพาะเส้นใยเห็ด เพราะเชื้อจุลินทรีย์ในดินสามารถใช้วัสดุทำหัวเชื้อเป็นแหล่งอาหารได้ช้ากว่าอาหารวุ้น เนื่องจากมีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าประกอบกับมีเส้นใยเห็ดเจริญปกคลุมอยู่ นอกจากนี้ เชื้อเห็ดในรูปหัวเชื้อสามารถปรับตัวในการเจริญในดินได้ดีกว่าเชื้อเห็ดจากอาหารวุ้นหรืออาหารเหลวซึ่งอธิบายได้ด้วยเหตุผลเดียวกับการใช้หัวเชื้อในการเพาะเห็ดทั่วไป และข้อเด่นประการอื่น ได้แก่ สามารถผลิตหัวเชื้อใช้ได้ตลอดปี โดยมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าแหล่งเชื้อประเภทอื่น คุ้มค่ากับการลงทุนโดยเฉพาะเมื่อใช้กับป่าไม้พื้นที่กว้าง การเก็บรักษาและขนส่งสู่เกษตรกรทำได้สะดวกเช่นเดียวกับหัวเชื้อเห็ดทั่วไป ดังนั้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเบื้องต้น โดยนำวัสดุการเกษตรบางชนิดมาใช้เป็นวัสดุทำหัวเชื้อ พบว่า เชื้อเห็ดเผาะสามารถเจริญได้ในวัสดุหลายชนิด แต่มีปริมาณเส้นใยไม่มากนัก สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Nopamormbodi (1994) แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญยังไม่เหมาะสม จึงจำเป็นต้องศึกษาโดยละเอียดเพื่อนำมาใช้เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยต่างๆที่ส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเผาะในวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้ประกอบการพิจารณาเลือกใช้ปัจจัยการผลิตที่คุ้มทุน

3. ประโยชน์

ใช้เป็นแนวทางการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ หรือหัวเชื้อเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองที่นิยมบริโภคชนิดอื่นในเชิงพาณิชย์ โดยใช้วัสดุการเกษตรหรือวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นทรัพยากรของท้องถิ่นอย่างมีคุณค่า ซึ่ง

ช่วยลดต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้กับป่าพื้นที่กว้าง สามารถผลิตใช้ได้ตลอดปี สะดวกต่อการเก็บรักษาและขนส่งไปสู่เกษตรกร เกษตรกรอาจผลิตขึ้นใช้เองได้ และเป็นอีกหนทางหนึ่งที่ช่วยผลักดันโครงการปลูกและอนุรักษ์ป่าเพื่อเพาะและขยายพันธุ์เห็ดเผาะ ให้สำเร็จเร็วขึ้นและขยายตัวกว้างขวาง เพื่อเกษตรกรจะได้มีเห็ดสำหรับบริโภค มีงานทำในท้องถิ่น มีรายได้จากการจำหน่ายเห็ด และช่วยลดค่าใช้จ่ายของประเทศไม่ต้องนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน

ตรวจสอบเอกสาร

1. เห็ดเผาะ

1.1 การจัดหมวดหมู่

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Astraeus hygrometricus* (Pers.) Morgan

ชื่อพ้อง *Astraeus stellatus* (Scop.) Fisch.

Geaster stellatus Scop.

Geaster hygrometricus Pers.

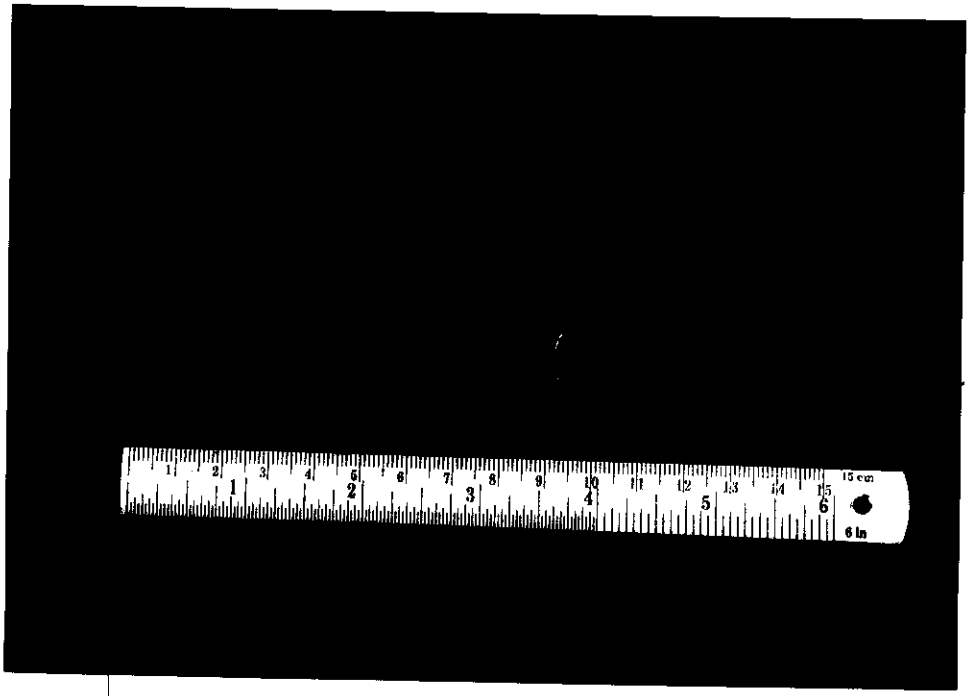
Geastrum fibrillosum Schw.

วงศ์ *Astraeaceae*

ชื่ออื่น เห็ดเผาะ (ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เห็ดถอบ (ภาคเหนือ) เห็ดเหียง เห็ดหนัง เห็ดดอกดิน

ชื่อสามัญ Barometer Earthstars Hygroscopic Earthstars

1.2 ลักษณะสัณฐาน



ภาพที่ 1 ลักษณะสัณฐานของเห็ดเผาะ

ดอกเห็ดเป็นก้อนกลมค่อนข้างแบนถึงรูปไข่ สีขาวหม่นถึงน้ำตาล ขนาด 1.5-4 ซม. ผิวเรียบและมักเปื้อนดิน (ภาพที่ 1) มีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1. *ผนังชั้นนอก* (exoperidium) หนา 1-2 มล. ประกอบด้วยเนื้อเยื่อผนึกติดกัน 4 ชั้น ได้แก่

ชั้น mycelium สร้างจากเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 มคม. แตกแขนง

ชั้น fibril สร้างจากเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 มคม. แตกแขนง

ชั้น collenchyma สร้างจากเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 มคม. แตกแขนง

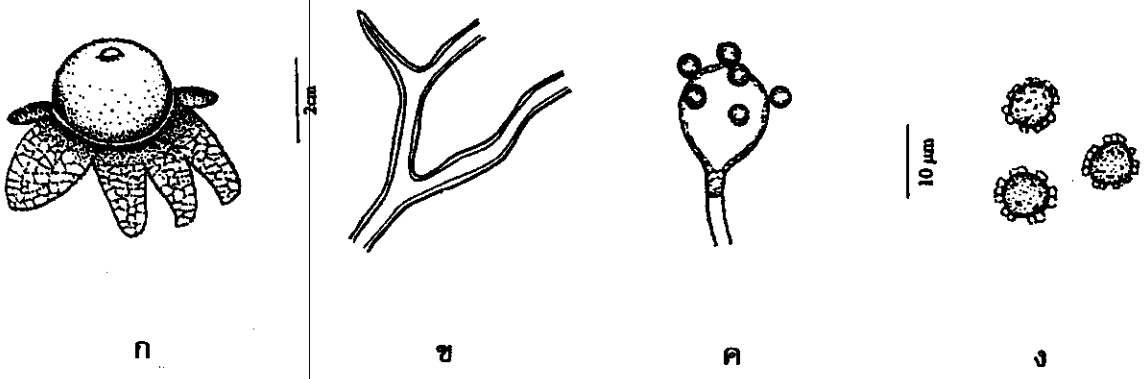
ชั้น soft สร้างจากเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 มคม.

ขณะดอกเห็ดอ่อนเนื้อเยื่อมีความเหนียวนุ่ม ผิวด้านนอกสีขาวหม่นถึงเทา เมื่อดอกเห็ดอายุมากขึ้น เนื้อเยื่อเหนียวและแข็งขึ้น ผิวด้านนอกกลายเป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลแก่ และเมื่อดอกเห็ดแก่จัด ผนังชั้นนี้จะปริแยกออกจากกันคล้ายกลีบดอกไม้หรือรัศมีดาว 4-14 แฉก ทำให้ขนาดดอกเห็ดเพิ่มขึ้นเป็น 4.5-10 ซม. รอยแยกยาวจนถึงฐานดอก สามารถสังเกตเห็นผิวด้านในของผนังที่แตกลึกเป็นลาย แฉกมีความหนาคล้ายหนังสัตว์ และตอบสนองต่อความชื้นในอากาศเช่นเดียวกับเห็ดในสกุล *Geastrum* โดยเมื่อความชื้นน้อยจะหุบเข้าห่อหุ้มถุงสปอร์ และเมื่อความชื้นมากจะบานออกแบนราบกับวัสดุที่เจริญ ทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะสะดุดตาคล้ายดอกไม้บานบนพื้นดิน

2. *ผนังชั้นใน* (endoperidium) เป็นเนื้อเยื่ออ่อนบางหนา 1 มล. สร้างจากเส้นใยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 มคม. แตกแขนง ผิวด้านนอกของผนังเรียบหรือหยาบกระด้าง และมีขนสีขาวหม่นถึงสีน้ำตาลปกคลุม มีลักษณะเป็นถุงกลมขนาด 1.3-3.4 ซม. ไม่มีก้าน ตั้งอยู่กลางของดอกเห็ดห่อหุ้มสปอร์จำนวนมาก

3. *สปอร์* (spore) รูปร่างกลมขนาด 7-11 มคม. ผิวขรุขระคล้ายหนามหยาบ สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง สร้าง 4-8 สปอร์ บนโครงสร้างรับรองสปอร์ (basidium) ที่มีลักษณะค่อนข้างกลมอยู่รวมกลุ่มหนาแน่นคล้ายพวงองุ่น ซึ่งเจริญจากเนื้อเยื่อสืบพันธุ์ (gleba) ที่บางและมีสีเทาปนดำ ภายในไม่มีคอลัมเมลลา (columella) แต่มีแคพิลลิเตียม (capillitium) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-6 มคม. ไม่มีผนังกั้น แตกแขนง และไม่มีสี (ภาพที่ 2)

เมื่อดอกเห็ดบาน แรงภายในถุงผนังชั้นใน ดันสปอร์ให้ฟุ้งกระจายออกมาทางรอยแยกหรือช่องบริเวณผิวด้านบนของผนัง แล้วถุงผนังชั้นในจะยุบตัวลง ไม่คงรูปเดิม เหลือแต่ผนังชั้นนอกที่เป็นแฉกเหนียวแข็งและแห้ง ใช้เวลานานในการผุพังสลายตัว



ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างภายในดอกเห็ดเผาะ

ก. ผนังชั้นนอก ผนังชั้นในและช่องปล่อยสปอร์ ค. แคพิลลิเทียม

ข. โครงสร้างรับรองสปอร์ และสปอร์ ง. สปอร์

(ที่มา : Baseia และ Galvao, 2002 ; Coker และ Couch, 1969)

1.3 แหล่งที่อยู่

พบทั่วโลก ในประเทศไทยมีการกระจายพันธุ์ทั่วทุกภาค ยกเว้นภาคใต้ พบมากตามดินร่วนปนทรายในที่โล่ง ริมป่า ใต้โคนไม้ที่มีอินทรีย์วัตถุทับถมหรือมีขี้เถ้าจากการเผาไฟ ในป่าโปร่งทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เห็ดเผาะออกดอกเพียงปีละครั้งในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม หลังจากอากาศร้อนอบอ้าวมากหลายวันตามด้วยฝนตกอย่างต่อเนื่องแล้วทิ้งช่วง เส้นใยเห็ดในดินเจริญจากไรโซมอร์ฟ (rhizomorph) ซึ่งเป็นโครงสร้างพักตัวสีดำ แล้วพัฒนาเป็นดอกเห็ดอยู่บริเวณใต้ผิวดินเล็กน้อยหรือดันผิวดินแตกและดอกเห็ดโผล่ขึ้นมาบางส่วน เกิดเป็นดอกเดี่ยวกระจายเป็นกลุ่มใหญ่ ดอกเห็ดอ่อนมักไม่สะดุดตา ดังนั้นการเก็บเห็ดจึงต้องอาศัยความชำนาญเฉพาะบุคคล (ดีพร้อม, 2532 ; ยงยุทธ, 2539 ; ราชบัณฑิตยสถาน, 2539 ; เกษม,

2537 ; วันชัย และคณะ, 2547 ; อนงค์, 2535 ; Baseia และ Galvao, 2002 ; Coker และ Couch, 1969)

1.4 ความสำคัญ

1. เป็นอาหารซึ่งมีเนื้อสัมผัสที่ดีมากเนื่องจากผนังชั้นนอกของดอกเห็ดมีเนื้อเหนียวกรอบ และชบดอกจะเกิดเสียงดังเผาะทำให้รู้สึกมันและเอร็ดอร่อยในการชบเคี้ยว นิยมรับประทานดอกเห็ดอ่อน ทั้งดิบและต้มใส่เกลือแล้วแกล้มกับน้ำพริกหลายชนิด หรือรับประทานสุกโดยผัดกับเนื้อสัตว์หรือแกงหลายชนิด เช่น แกงคั่ว แกงเผ็ด และ แกงพื้นเมือง เป็นต้น

2. มีสรรพคุณทางยา เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระ (เกศศิณีและจันทร์เพ็ญ, 2547)

3. เป็นเห็ดไมคอร์ไรซ่ามีความสัมพันธ์แบบพึ่งพา (symbiosis) กับพืชอาศัยหลายชนิด ได้แก่ ไม้สน (Pinaceae) ไม้ยูคาลิปตัส (Myrtaceae) และ ไม้ในวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) เช่น ยางนา เต็ง รัง เหียง พลวง และ กราด เป็นต้น โดยเส้นใยเห็ดส่วนใหญ่อาศัยอยู่รอบนอกราก พืชกระตุ้นให้รากพืชแตกแขนงและมีจำนวนมากขึ้น เพิ่มพื้นที่ผิวของรากพืชในการดูดซึมอาหารและน้ำ ช่วยย่อยสลายอินทรีย์วัตถุให้มีขนาดเล็กลงทำให้พืชสามารถดูดซึมได้ง่ายขึ้น และช่วยดูดธาตุอาหารที่สำคัญ เช่น ไนโตรเจน โปแตสเซียม และฟอสฟอรัส ให้แก่รากพืช พืชจึงเจริญเติบโตแข็งแรงและต้านทานโรคมากขึ้น ช่วยดูดซับน้ำในดิน ทำให้รากพืชได้รับน้ำนานขึ้น พืชมีความแห้งแล้งได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันโรคที่เกิดกับระบบราก โดยเส้นใยเห็ดทำหน้าที่คล้ายปลอกหุ้มรากพืชไว้ (กฤษณา, 2542)

2. หัวเชื้อเห็ดเผาะ

หมายถึง ส่วนขยายพันธุ์ของเห็ดเผาะที่นำไปเพาะเลี้ยงในวัสดุเพาะให้เจริญร่วมกับรากพืชอาศัยหัวเชื้อเห็ดเผาะมีหลายชนิด สามารถเลือกใช้ได้โดยพิจารณาจาก ความซับซ้อน ความสะดวก ความคุ้มทุน และระยะเวลาของกระบวนการผลิต การนำไปใช้ และผลที่ได้รับจากการใช้หัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิดนั้น แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

2.1 ดินเชื้อ (soil inoculum)

หมายถึง ดินที่มีส่วนขยายพันธุ์ของเห็ดเผาะ เช่น สปอร์ และไรโซมอร์ฟ เป็นต้น ซึ่งอยู่บริเวณรากพืชอาศัยของเห็ดเผาะ

วิธีการเตรียม

เลือกสถานที่เก็บดินเชื้อบริเวณใต้ต้นไม้อาศัยที่มีสุขภาพสมบูรณ์ดี เก็บเศษพืชรอบต้นไม้ห่างจากโคนต้นไม่เกิน 50 ซม. ออกให้หมด ขุดดินลึก 10-20 ซม. เก็บดินเชื้อให้ติดชิ้นส่วนรากไม้อาศัยขึ้นมา

การนำไปใช้

ใช้ได้เลย แต่ถ้ายังไม่ได้ใช้อาจเก็บไว้ในที่ร่มและไม่ควรเกิน 7 วัน ใช้ดินเชื้อเป็นวัสดุเพาะเมล็ดพันธุ์และกล้าพืชอาศัยโดยตรง หรือผสมกับดินเพาะในอัตราส่วน 1 : 6-10

ข้อดี

ขั้นตอนการเตรียมง่ายและสะดวก เสียเวลาและค่าใช้จ่ายน้อย

ข้อเสีย

ขั้นตอนการนำไปใช้ไม่สะดวก เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากต้องขนย้ายดินเชื้อซึ่งมีปริมาณและน้ำหนักมากโดยเฉพาะเมื่อต้องเดินทางในระยะทางไกล ระยะออกดอกเห็ดใช้เวลานาน เนื่องจากการพักตัวของไรโซมอร์ฟและสปอร์ก่อนงอกเป็นเส้นใยเข้าอาศัยรากพืช ชนิดเห็ดที่ได้อาจไม่ตรงตามความต้องการ เนื่องจากในดินเชื้ออาจมีเชื้อเห็ดที่ไม่เหมาะสมกับพืชอาศัย หรือมีเชื้อเห็ดชนิดอื่นที่มีพืชอาศัยเดียวกับเห็ดเผาะ (กฤษฎา, 2542) ปริมาณและคุณภาพเห็ดที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอัตราการมีชีวิต และประสิทธิภาพในการออกดอกของส่วนขยายพันธุ์เห็ดได้ นอกจากนี้ อาจนำศัตรูพืชจากพืชอาศัยเดิมมาก่อโรคแก่กล้าพืชอาศัยใหม่ได้

2.2 สปอร์ (spore inoculum)

หมายถึง ส่วนขยายพันธุ์ที่อยู่ภายในดอกเห็ดเผาะ

วิธีการเตรียม

เลือกดอกเห็ดเผาะที่มีลักษณะสมบูรณ์ในระยะแก่จัด ใช้เห็ดสดได้เลย หรือถ้ายังไม่ได้ใช้นำดอกเห็ดผึ่งลมในที่ร่มหลายวันรอการนำไปใช้ ทำให้ผนังชั้นนอกของดอกเห็ดฉีกขาด นำสปอร์ที่อยู่ภายในผนังชั้นในไปใช้

การนำไปใช้

ใช้สปอร์โดยตรง หรือสปอร์อัดเม็ด (mycorrhizal tablet) หรือเตรียมเป็นสารละลายแขวนลอยของสปอร์ (spore suspension) ความเข้มข้น 10^{-3} สปอร์/มล. ใช้คลุกเมล็ดพันธุ์ หว่านลงในวัสดุเพาะกล้าไม้หรือดินปลูกไม้อาศัยที่โตแล้ว ฉีดพ่นหรือแช่รากกล้าพืชอาศัย

ข้อดี

ขั้นตอนการเตรียมง่าย และชนิดเห็ดที่ได้ตรงตามความต้องการ

ข้อเสีย

ขั้นตอนการเตรียมเสียค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องรวบรวมสปอร์จากดอกเห็ดจำนวนมากที่เกิดตามฤดูกาล ซึ่งในปัจจุบันราคาเห็ดสูงขึ้นทุกปี และทำได้เพียงปีละครั้ง ไม่สามารถเก็บรักษาสปอร์ไว้ใช้ได้ตลอดปี (ดีพร้อม, 2536) ระยะออกดอกเห็ดใช้เวลานาน เนื่องจากสปอร์มีระยะพักตัวก่อนที่งอกเป็นเส้นใยเข้าอาศัยรากพืช ปริมาณและคุณภาพเห็ดที่ได้ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอัตราการมีชีวิตและประสิทธิภาพในการออกดอกของสปอร์เห็ดได้

2.3 เส้นใย (mycelial inoculum)

หมายถึง ส่วนขยายพันธุ์ของเห็ดที่ได้จากการแยกดอกเห็ดสดที่มีลักษณะสมบูรณ์และผนังชั้นนอกไม่มีรอยแยก นำมาเพาะเลี้ยงจนเป็นเส้นใยบริสุทธิ์และขยายเส้นใยต่อให้มีปริมาณมากขึ้น

วิธีการเตรียม แบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามชนิดของอาหารที่ใช้ ได้แก่

1. *อาหารวุ้นหรืออาหารเหลว*

เลี้ยงเชื้อโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อโปเตโต เดกซโตรส อาการ์ (Potato Dextrose Agar ; PDA) หรือ โมดิฟายด์ เมลิน นอร์กราน มีเดียม (Modified Melin Norkran Medium ; MMN) บ่มเชื้อในสภาวะที่เหมาะสมจนเส้นใยเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ หรือถึงระยะเวลาเก็บเกี่ยวก้อนเส้นใย (pellet) ออกจากอาหารเหลว

การนำไปใช้

ใช้เส้นใยเห็ดบนชิ้นวุ้นที่ได้จากการเจาะหรือตีป่น (ประไพศรี, 2539) หรือเส้นใยเห็ดที่เกลี่ยออกจากผิวหน้าอาหารวุ้น หรือก้อนเส้นใยที่กรองออกจากอาหารเหลว ใส่ลงไปในดินเพาะเมล็ดพันธุ์กล้าไม้อาศัย หรือไม้อาศัยที่โตแล้ว (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536 ก ข ค)

ข้อดี

สามารถเตรียมเชื้อไว้ใช้ใหม่ได้ตลอดทั้งปี ชนิดเห็ดที่ได้ตรงตามความต้องการ และสามารถคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดที่มีประสิทธิภาพในการสร้างดอกเห็ดมีคุณภาพและให้ผลผลิตสูงได้

ข้อเสีย

ขั้นตอนการเตรียมซับซ้อน ต้องใช้เครื่องมือจำเพาะและความรู้ความชำนาญพิเศษ เส้นใย เห็ดบนชิ้นวุ้นอาจปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ง่ายก่อนหรือระหว่างการนำไปใช้ เสียค่าใช้จ่าย เมื่อต้องใช้กับไม้อาศัยจำนวนมาก

2. *อาหารวุ้นและวัสดุทำหัวเชื้อ*

เลี้ยงเส้นใยเห็ดบนอาหารวุ้นข้างต้น แล้วขยายเส้นใยให้มีปริมาณมากขึ้นในวัสดุทำหัวเชื้อ ได้แก่ เวอร์มิคิวไลท์ (vermiculite) ผสมดินพีท (peat) และอาหารเหลว เมลิน นอร์กราน มีเดีย สูตรดัดแปลง ในอัตราส่วน 28 : 1: 50% บ่มเชื้อในสภาวะที่เหมาะสมจนเส้นใยเจริญปกคลุมวัสดุ ทำหัวเชื้อ

การนำไปใช้

ใช้เส้นใยหัวเชื้อผสมดินเพาะในอัตราส่วน 1 : 8-10 สำหรับเพาะเมล็ดพันธุ์ กล้าไม้อาศัย และใส่ลงในดินที่มีไม้อาศัยที่โตแล้วบริเวณใกล้ราก

ข้อดี

สามารถเตรียมเชื้อไว้ใช้ใหม่ได้ตลอดทั้งปี ขยายเชื้อเห็ดได้ในปริมาณมาก ค่าใช้จ่ายสุทธิต่ำ กว่าการใช้หัวเชื้อเห็ดชนิดอื่นเมื่อต้องใช้กับพืชอาศัยจำนวนมาก ชนิดเห็ดที่ได้ตรงตามความต้องการ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดที่มีประสิทธิภาพในการสร้างดอกเห็ดคุณภาพและผลผลิตสูงได้ ระยะ ออกดอกเห็ดใช้เวลาสั้นถ้าเส้นใยสามารถเข้าอาศัยที่รากพืชได้ การเก็บรักษาและขนย้ายทำได้ สะดวก

ข้อเสีย

ขั้นตอนการเตรียมซับซ้อนต้องใช้เครื่องมือจำเพาะความรู้ความชำนาญพิเศษ (อนิวรรต,2547)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ

เส้นใยเห็ดสามารถเจริญในวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อได้ดีในระยะเวลาสั้น หากได้รับปัจจัยที่ส่งเสริม การเจริญอย่างเหมาะสมและสมดุล ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม ระดับความชื้นของวัสดุ ที่ใช้ทำหัวเชื้อ และระดับอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มหัวเชื้อ เป็นต้น แต่เนื่องจากรายงานการวิจัย เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะมีน้อยมาก จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลของเห็ดชนิด อื่นในตารางที่ 1 ร่วมในการพิจารณากำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด

ชนิดของเห็ด	สภาวะ	เอกสารอ้างอิง
กระต้าง *Lentinus polychrous*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2538 ก ; ขวัญชัย, 2538
กระดุม *Agaricus bisporus* และ *A. campestris*	เมล็ดข้าวฟ่าง	พรรณี พิมพ์กานต์ และสมพงษ์, 2520
	เมล็ดข้าวสาลี 10 กก. ยิบซั่ม ($CaSO_4.2H_2O$) 120 ก. ปูนขาว ($CaCO_3$) 30 ก.	ประพันธ์, 2530
	เมล็ดข้าวสาลี + ข้าวโอ๊ต 1: 1 + น้ำ 50% ทราย + ข้าวโพด 1:1 ชี่เลื่อย + ข้าวโพดป่น + ถั่วเขียว 14 : 3 : 3 เมล็ดข้าวฟ่าง + เมล็ดข้าวสาลี + ฟางหมัก บ่มเชื้อ 20-25 °ซ.	วสันณ์, 2536
นา *Agaricus* sp.	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์ และ ผลิวัลย์, 2540
ขอนขาว *Lentinus squarrosulus*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2538 ข
แค *Lentinus* sp.	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2538 ค
แคลง *Schizophyllum commune*	เมล็ดข้าวฟ่าง	วสันณ์, 2538 ง
ตับเต่าดำ *Boletus edulis*	ดินพรุผสมเวอร์มิคิวไลท์หรือชุยมะพร้าว เติมอาหารเหลวโปเตโต เดกซโตรส 2 : 1 บ่มเชื้อ 30 °ซ.	จิตรตรา, 2539
ตีนแรด *Tricholoma crassum*	กากเมล็ดฝ้าย 10 กก. หมักเชื้อแบคทีเรียปมรากถั่ว รำละเอียด 1 กก. เมล็ดข้าวโพดป่น 1 กก. สารละลายแป้งข้าวโพด 2% 175 มล. เมล็ดข้าวฟ่าง	วสันณ์, 2536

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของเห็ด	สภาวะ	เอกสารอ้างอิง
ตีนแรด *T. crassum*	เปลือกเมล็ดบัว + มูลม้า 1 : 1	วสันณ์, 2536
	ขี้เลื่อยไม้ยาง + มูลม้า 1 : 1	
ถั่ว *Coprinus comatus*	ข้าวเปลือกเมล็ดสั้น บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	พันธุ์ทวี อานนท์ และอนันต์, 2520
นางฟ้า *Pleurotus sajor-caju*	เมล็ดข้าวฟ่าง	อัจฉรา พันธุ์ทวี และ ประเสริฐ, 2530 ; วรลักษณ์, 2533 ; ปัญญา, 2538
	เมล็ดข้าวฟ่างไม้กวาด บ่มเชื้อ 23 °ซ.	อรุณี เศรษฐวัชร และ สาทิต, 2533
	ข้าวฟ่าง ข้าวเปลือก ลูกเดือย บ่มเชื้อ 25 °ซ.	วสันณ์, 2536
สกุลนางรม *Pleurotus* spp.	เมล็ดข้าวฟ่าง	ยงยุทธ, 2540
นางรม *P. ostreatus*	เมล็ดข้าวฟ่างไม้กวาด บ่มเชื้อ 23 °ซ.	อรุณี เศรษฐวัชร และ สาทิต, 2533
	เมล็ดข้าวฟ่าง	วรลักษณ์, 2533 ; วสันณ์, 2536 ; ปัญญา, 2538 ; วิโรจน์, 2539 ; ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก, 2542
	ขี้เลื่อยไม้อ่อน + รำละเอียด 5-10 %	วสันณ์, 2536
เนื้อย่าง *Garnoderma subresinosum*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2539 ก
เป๋าฮื้อ *Pleurotus cystidiosus*	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวสาลี บ่มเชื้อ 26-28 °ซ.	พันธ์ทวี อานนท์ และ อนันต์, 2520
	เมล็ดข้าวฟ่าง	ประพันธ์, 2530 ; วรลักษณ์, 2533
	ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี บ่มเชื้อ 25-30 °ซ.	วสันณ์, 2536

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของเห็ด	สภาวะ	เอกสารอ้างอิง
เผาะ *Astraeus hygrometricus*	ดินพรุผสมเวอร์มิคิวไลท์หรือขุยมะพร้าว	
	เติมอาหารเหลวโปเตโต เดกซโตรส 2 : 1	จิตรตรา, 2539
	บ่มเชื้อ 30 °ซ.	
	เมล็ดข้าวฟ่างหรือฟางข้าว + อาหารเหลว	Nopamornbodi, 1994
	โมดิฟายด์ เมลิน นอร์กราน มีเดียม	
	บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง	
ฟาง *Volvariella volvaceae*	เปลือกเมล็ดบัว + ขี้ม้า + ไส้นุ่น 5-10 ส่วน	
	ฟางสับ + สารละลายน้ำตาลกลูโคส 2%	
	ไส้นุ่น ฟาง หรือ ผักตบชวาแห้งสับ 100 กก.	
	รำละเอียด ใบกระถินป่น กากถั่วป่น 3-5กก.	
	น้ำตาลทรายหรือแป้ง 1-2 กก.	
	น้ำ 60%	
	มูลสัตว์สี่เท้า + เปลือกเมล็ดฝ้าย	วสันณ์, 2536
	หรือขุยมะพร้าว 1 : 1	
	ไส้นุ่น ผักตบชวา หรือ ต้นกล้วยแห้งสับ	
	มูลสัตว์ปีก + ไส้นุ่น ผักตบชวา ต้นกล้วย	
	หรือฟางแห้งสับ 1 : 10-20	
	ไส้นุ่นหรือฟางสับ + ปุ๋ย 16-20-0 1-2 %	
	เปลือกบัว + ขี้ม้าสด 1 : 1	
	เปลือกบัว + ขี้ม้าสด + ไส้นุ่น 1 : 1 : 2-4	
	ฟางข้าวสับ 50-60 กก.	
	ขี้เลื่อยหรือขุยมะพร้าว 50 กก.	ปัญญา, 2538
	มูลสัตว์ 5 กก.	
	ปูนขาว 1-2 กก.	
	แป้งข้าวเจ้า 2-4 กก.	

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของเห็ด	สภาวะ			เอกสารอ้างอิง
ฟาง *V. volvaceae*	ผักตบชวาแห้งสับ	50	กก.	
	กากฝ้าย	50	กก.	
	ปูนขาว	1	กก.	
	แป้งข้าวเจ้า	2-4	กก.	
	ดีเกลือ	0.5	กก.	
	เศษไม้ใบหญ้า	50	กก.	
	มูลสัตว์	40-50	กก.	ปัญญา, 2538
	ปูนขาว	1-2	กก.	
	รำละเอียด	1-2	กก.	
	แป้งข้าวเหนียวหรือแป้งข้าวเจ้า	1-2	ช้อนโต๊ะ	
	น้ำ	1	ลิตร	
	ฟางสับ กากฝ้าย หรือ ไส้นุ่น	10-15	ส่วน	
	เมล็ดข้าวฟ่าง			ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก, 2542
	บ่มเชื้อ 34-36 °ซ.			วสันณ์, 2536
ยักษ์ *Tricholoma crassum*	เมล็ดข้าวฟ่าง			วสันณ์, 2541
เห็ดทั่วไป	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวสาลี			วิฑูรย์, 2527
	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวเปลือก ขี้เลื่อยไม้ยางพารา			
	รำหรือข้าวโพด	5-10	%	วสันณ์, 2536
	ปูนขาว	1-2	%	
	เปลือกเมล็ดบัว + มูลม้าสด + ไส้นุ่น			
	1-2 : 1 : 1-2			
หลินจือ *Ganoderma lucidum*	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าว เมล็ดข้าวโพด			ศุภนิตย์ สัญชัย พรรณี และ สมพงษ์, 2531

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของเห็ด	สภาวะ	เอกสารอ้างอิง
หลินจือ *G. lucidum*	ขี้เลื่อย + รำข้าวหรือเปลือกเมล็ดข้าวสาลี + น้ำตาลทราย + ปูนผง 78 : 20 : 1 : 1 น้ำ 55-60 % บ่มเชื้อ 25-28 °ซ.	ศุภนิตย์ สัญชัย พรรณี และ สมพงษ์, 2531
	เมล็ดข้าวฟ่าง	ศุภนิตย์ ปราณีต สัญชัย, 2534 ; วสันณ์, 2536 ; ปัญญา, 2538 ; ศุภนิตย์, 2538
	ขี้เลื่อย+รำข้าว+น้ำตาลทราย+ปูนขาว 78 : 20 : 1 : 1	ปัญญา, 2538
	บ่มเชื้อ 21-25 °ซ.	ศุภนิตย์ ปราณีต สัญชัย, 2534
	บ่มเชื้อ 25-28 °ซ.	วสันณ์, 2536 ; ปัญญา, 2538
ทอม *Lentinus edodes*	เมล็ดข้าวฟ่าง	สุทธพรรณ, 2529
	เมล็ดข้าวฟ่าง + ยีสต์สกัด 0.05%	สุทธพรรณ และ คณะ 2529
	เมล็ดข้าวฟ่าง	ประพันธ์, 2537 ; ปัญญา, 2538 ; วิโรจน์, 2539 ; ธวัชชัย, 2540 ; พิมพ์กานต์, 2541
	บ่มเชื้อ 23 °ซ.	สุทธพรรณ และคณะ, 2529
	บ่มเชื้อ 24 °ซ.	สุทธพรรณ, 2529
	บ่มเชื้อ 25 °ซ.	ประพันธ์, 2537
	บ่มเชื้อ 24-28 °ซ.	ธวัชชัย, 2540
หูกวาง *L. strigosus*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2538 จ
หูหนูบาง *Auricularia auricula*	เมล็ดข้าวฟ่างไม้กวาด บ่มเชื้อ 23 °ซ.	อรุณี เศรษฐวัชร และ สาทิต, 2533
หูหนูหนา *A. polytricha*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 23-25 °ซ.	สาโรจน์ สุทธพรรณ สัญชัย, 2528
	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวโพด	ปัญญา, 2538

ตารางที่ 1 สภาวะที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของเห็ด	สภาวะ	เอกสารอ้างอิง
หูหนูหนา *A. polytricha*	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้มะม่วง หรือ ไม้ก้ามปู + กากถั่วป่น + ข้าวโพดป่น + รำละเอียด + ปูน ขาว 100 : 1 : 2-3 : 7-10 : 0.5-1+น้ำ 70-75 %	ปัญญา, 2538
หูหนู *Auricularia* spp.	เมล็ดข้าวฟ่าง	ประพันธุ์ สุเมธ สมจิตต์, 2529 ; วสันณ์, 2536 ; 2539 ; ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก, 2542
	บ่มเชื้อ 28-30 °ซ.	วสันณ์, 2539 ข
หูหนูขาว *Tremella fuciformis*	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา + รำข้าว 4 : 1	วสันณ์และสมนึก, 2527
	ขี้เลื่อย 50 กก. wheat pollard 10-15 กก. ถั่วเหลืองป่น 1.5 กก. น้ำตาล 1-1.2 กก. แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 7H_2O$) 0.35-0.4 กก. แคลเซียมคาร์บอนเนต ($CaCO_3$) แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) 1 กก. น้ำ 65-73 กก.	วสันณ์, 2536
	ขี้เลื่อย+รำละเอียด 100 : 20 + น้ำ 65-70%	
	ขี้เลื่อย + รำละเอียด + น้ำตาลทราย 100 : 20 : 2 + น้ำ 65-70%	ปัญญา, 2538
หัวลิง *Hericium erinaceus*	เมล็ดข้าวฟ่าง บ่มเชื้อ 25 °ซ.	ศุภนิตย์, 2543
Macrolepiota zeyheri	เมล็ดข้าวไรน์ 230 ก. แคลเซียมซัลเฟต ($CaSO_4$) 3 ก. แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 0.75 ก. บ่มเชื้อ 27 °ซ.	Eicker, Coetzee และ Botha, 1987

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ

แบ่งออกเป็น 2 วิธีการ ได้แก่

1. <u>การหาอัตราการเจริญของเชื้อเห็ด</u>

เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของปัจจัยอย่างหยาบโดยการคาดคะเนด้วยสายตา ซึ่งมีความเที่ยงตรงและแม่นยำต่ำ แบ่งออกเป็น 2 วิธีการย่อย ได้แก่

1.1 *การหาระยะเวลาที่เชื้อเห็ดเจริญปกคลุมวัสดุทำหัวเชื้อ*

เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้หาง่ายราคาถูก เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย

1.2 *การหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีเมื่อบ่มเชื้อเห็ดครบกำหนดเวลา*

2. <u>การหาปริมาณชีวมวลของเชื้อเห็ด</u>

ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ชีวมวลเชื้อราที่เจริญในวัสดุที่เป็นแหล่งอาหาร แบ่งออกเป็น 4 วิธีการย่อย (Pitt และ Hocking, 1994) ได้แก่

2.1 *การวิเคราะห์กิจกรรมฟีนอล ออกซิเดส* (phenol oxidase activity)

2.2 *การวิเคราะห์ปริมาณเอ็นเอ็มอาร์* (NMR measurement)

2.3 *การวิเคราะห์ทางภูมิคุ้มกันวิทยา* (immunological method)

2.4 *การวิเคราะห์ปริมาณเออโกสเตอรอล* (ergosterol assay)

เออโกสเตอรอลเป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อราทั่วไป ใช้แทนปริมาณชีวมวลของเชื้อราที่ยังมีชีวิตอยู่

2.5 *การวิเคราะห์ปริมาณกลูโคซามีน* (determination of glucosamine)

กลูโคซามีน หรือ β-(1, 4)-N-acetyl-D-glucosamine เป็นอนุพันธ์ของไคติน (chitin) พบในเปลือกกุ้งและแมลง กระดองปู และผนังเซลล์ของเชื้อราทั่วไป (Walton and Blackwell, 1973) ใช้แทนปริมาณชีวมวลทั้งหมดของเชื้อราที่ตายแล้วและยังมีชีวิต วิธีการนี้มีความเที่ยงตรง แม่นยำ ขั้นตอนไม่ยุ่งยาก สารเคมีวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์หาง่าย ราคาไม่สูง จึงนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายงานการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคซามีนของเชื้อราในแต่ละผลิตภัณฑ์

เชื้อรา	ผลิตภัณฑ์	เอกสารอ้างอิง
Aspergillus oryzae	โคจิ	Arima และ Uozumi, 1967
Fusarium oxysporum	ต้นมะเขือเทศ	Ride และ Drysdale, 1971
Botrytis fabae , *Mycosphaerella pinodes*	ใบถั่ว	
Ascochyta pisi , *Botrytis fabae* , *Fusarium oxysporum* , *Mycosphaerella pinodes* , *Verticillium albo-atrum*	Vogel's medium	Ride และ Drysdale, 1972
Coriolus versicolor	ท่อนไม้	Swift, 1973
Castanea sativa	ชี้เลื่อย	
Aspergillus fumigatus	ไตหนู	Lehmann และ White, 1975
Alternaria sp. , *Aspergillus candidus* , *A. flavus* , *A. glaucus* , *A. niger* , *Cheatomium* sp. , *Penicillium* sp. , *Phoma* sp.	เมล็ดข้าวโพด เมล็ดถั่วเหลือง	Donald และ Mirocha, 1977
Ascophyta pisi , *Aspergillus terreus* , *Aspergillus versicolor* , *Botrytis fabae* , *Coriolus versicolor* , *Fusarium oxysporum* , *Geotrichum* spp. , *Rhizopus nigricans* , *Verticillium albo-atrum*	ผลิตภัณฑ์มะเขือเทศ	Jarvis, 1977
Aspergillus candidus , *A. glaucus* , *Penicillium* sp.	เมล็ดธัญพืช	Nandi, 1978
Helicodendron spp. , *Helicoon* spp.	ใบพืช	Sharma, Fisher และ Webster, 1977
Aspergillus oryzae	โคจิ	Aidoo, Hendry และ Wood, 1981

ตารางที่ 2 รายงานการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคซามีนของเชื้อราในแต่ละผลิตภัณฑ์ (ต่อ)

เชื้อรา	ผลิตภัณฑ์	เอกสารอ้างอิง
Fusarium oxysporum	Vogel's medium	Whipps and Lewis, 1980
Alternaria tenuis , *Colletotrichum phomoides* , *Fusarium oxysporium* , *Geotrichum candidum*	ผลิตภัณฑ์ของมะเขือเทศ	Bishop และคณะ, 1982
Gloeophyllum trabeum	ไม้	Chen และ Johnson, 1983
Absidia ramosa	สมองและไตหนู	White , Newham และ Ride, 1983
Candida albicans	ไตหนู	White และคณะ, 1979 ; Rementeria และคณะ, 1991
Fusarium sp. , *Glomus* sp. , *Coriolus* sp. , *Lentinus* sp.	ผลิตภัณฑ์เกษตร	Cousin, 1995
Neolentinus lepideus , *Phialophora* sp.	ไม้	Nilsson และ Bjurman, 1998

วิธีการวิจัย

1. อุปกรณ์ สารเคมี และวัสดุที่ใช้ในการวิจัย

1.1 *อุปกรณ์*

อุปกรณ์	รุ่น	บริษัท
เครื่องชั่ง (balance)	Precisa 300A	General electric system, Switzerland
เครื่องนึ่งความดันไอ (autoclave)	KT-30 L	ALP, Japan
เครื่องบดวัสดุ (blender)	FRITSCH D 55743	Industriestr8 idar-oberstein, Germany
เครื่องบดหัวเชื้อ	32BL-79	Waring products division Dynamics corporation, USA
เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)	Universal 30 RF	Tuttlingen, Germany
เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectophotometer)	Novaspec II	Pharmacia biotech, England
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)	Accumet model 15	Fisher scientific, USA
ตู้บ่มแหล่งเชื้อ (incubator)	M 180 R	Contherm scientific, New Zealand
ตู้บ่มหัวเชื้อ	352602	Hotpact corporation, USA
ตู้อบความร้อนแห้ง (hot air oven)	245 MRCD	Contherm scientific, New Zealand
อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)	W600	Memmert, Germany

1.2 *สารเคมี*

สารเคมี	รหัส	บริษัท
กลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (glucosamine hydrochloride)	49130	
ซีไลต์ 545 (celite 545)	22141	
โพแทสเซียมไฮโดรเจนซัลเฟต (potassium hydrogen sulfate)	60362	Fluka Chemie AG, Switzerland
แอมโมเนียมซัลฟาเมต (ammonium sulphamate)	09958	
โซเดียมไนเตรต (sodium nitrate)	481757	Carlo Erba, France
โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (potassium hydroxide)	Univar 405	Ajax Chemical, Australia
เฟอร์ริกคลอไรด์ เฮกซะไฮเดรต (ferric chloride hexahydrate)	31232	RHD laborchemikalien, Germany
3-เมธิล-2-เบนโซไทอะโซล ไฮโดรเจนไฮโดรคลอไรด์ (3-methyl-2-benzothiazole hydrogen hydrochloride ; MBTH)	104527	Merck, Germany
เดกซโตรส (dextrose)		
วุ้น (agar)		Thailand
เอธานอล (ethanol)		

1.3 *วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ*

วัสดุ	แหล่งที่มา
เมล็ดข้าวเจ้าหักเกษตร เมล็ดข้าวเหนียวหักเกษตร เมล็ดข้าวแดง เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วดำ เมล็ดงาขาว เมล็ดงาดำ เมล็ดถั่วลิสง ต้นผักโขม รำหยาบ รำละเอียด จุกสัปปะรด กากเนื้อมะพร้าว ชานอ้อย ซังข้าวโพดอาหารสัตว์	ตลาดสดเทศบาล อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
กากหุ้มกะลามะพร้าว	ตลาดวารินเจริญศรี อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
เมล็ดข้าวโพดอาหารสัตว์	ร้านแอ๊ปเปิ้ล อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง เมล็ดข้าวเปลือกเจ้า เมล็ดข้าวเปลือกเหนียว เมล็ดข้าวโอ๊ต เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าวบาร์เลย์ เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดบัว เมล็ดเดือย จมูกข้าว	ร้านอุบลกิมฮง อ.เมือง จ.อุบลราชธานี
ขี้เลื่อยไม้ยาง	บริษัทศรีพิพัฒน์ค้าไม้ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
น้ำตาลทราย	บริษัทน้ำตาลมิตรผล อ.กุมภวาปี จ.อุดรธานี
ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15- 15	บริษัทปุ๋ยแห่งชาติจำกัด กรุงเทพฯ
กากตะกอนอ้อย	โรงงานน้ำตาลสหเรือง อ.เมือง จ.มุกดาหาร
ปุ๋ยหมักอัดเม็ด	ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.3 *วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ* (ต่อ)

วัสดุ	แหล่งที่มา
ใบแค ต้นถั่วไซราโตร	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ต้นถั่วลิสง ต้นถั่วเหลือง	สำนักงานไร่ฝึก คณะเกษตรศาสตร์
เปลือกฝักถั่วเขียว มูลไก่	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ต้นผักบุ้ง	บ้านศรีไค อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
ผักตบชวา	บ้านธาตุ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
หัวมันสำปะหลัง	บ้านก่อ อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
ใบกระถิน ต้นหญ้าขน	บ้านบก อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
ลำต้นกล้วย ฟางข้าว ดินร่วน	

2. ขั้นตอนการวิจัย

2.1 <u>การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ด</u>

นำเห็ดเผาะจากแหล่งต่างๆ มาแยกเชื้อเห็ดเผาะบริสุทธิ์ โดยย้ายชิ้นส่วนเนื้อเยื่อด้านในของผนังชั้นนอกมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ โปเตโต เดกซโตรส อาการ์ (Potato Dextrose Agar ; PDA) บ่มเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 35 °ซ. เป็นเวลา 15 วัน (ประยูรศรี, ข้อมูลส่วนตัว) ตรวจสอบลักษณะการเจริญและคัดเลือกเชื้อเห็ดเผาะจำนวน 3 สายพันธุ์ที่มีการเจริญแตกต่างกันมาใช้ในการวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเจริญของเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการวิจัย

สายพันธุ์	การเจริญ	แหล่งที่มา
A_1	ปานกลาง	อ.โขงเจียม จ.อุบลราชธานี
A_2	ช้า	อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี
A_3	เร็ว	อ.ม่วงสามสิบ จ.อุบลราชธานี

2.2 การเตรียมแหล่งเชื้อ

นำเชื้อเห็ดเผาะบริสุทธิ์ทั้ง 3 สายพันธุ์ มาเลี้ยงที่สภาวะเดียวกับ 2.1

2.3 การเตรียมวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ

การทดลองที่ 1 *ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ*

นำวัสดุหลักจำนวน 25 ชนิด (ตารางที่3) มาอบแห้ง บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 5x7 ช่อง/นิ้ว^2 ใส่วัสดุหลัก 5 ก. ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำกลั่นปรับให้วัสดุมีความชื้น 80% และนึ่งฆ่าเชื้อที่ 121 °ซ. 15 นาที

การทดลองที่ 2 *ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ*

นำวัสดุหลักที่เหมาะสมซึ่งได้จากการผลทดลองที่ 1 และวัสดุเสริมจำนวน 25 ชนิด มาอบแห้ง บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง นำวัสดุหลักผสมกับวัสดุเสริมแต่ละชนิด 5% ให้มีน้ำหนักรวม 5 ก. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ปรับให้วัสดุมีความชื้น 80% และนึ่งฆ่าเชื้อ

การทดลองที่ 3 *อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม*

นำวัสดุหลักและวัสดุเสริมที่เหมาะสมซึ่งได้จากผลการทดลองที่ 2 มาอบแห้ง บดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง นำวัสดุหลักผสมกับวัสดุเสริม 5 อัตราส่วน ได้แก่ 5, 15, 25, 35, 45% ให้มีน้ำหนักรวม 5 ก. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ปรับให้วัสดุมีความชื้น 80% และนึ่งฆ่าเชื้อ

การทดลองที่ 4 *ความชื้นในวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ*

นำวัสดุหลักและวัสดุเสริมที่เหมาะสมมาอบแห้ง บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง นำวัสดุหลักผสมกับวัสดุเสริมในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งได้จากการผลทดลองที่ 3 ให้มีน้ำหนักรวม 5 ก. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ปรับให้วัสดุมีความชื้น 5 ระดับ ได้แก่ 60 ·65 70 75 80% และนึ่งฆ่าเชื้อ

การทดลองที่ 5 *อุณหภูมิที่ใช้บ่มหัวเชื้อ*

นำวัสดุหลักและวัสดุเสริมที่เหมาะสมมาอบแห้ง บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรง นำวัสดุหลักผสมกับวัสดุเสริมในอัตราส่วนที่เหมาะสมซึ่งได้จากการผลทดลองที่ 3 ให้มีน้ำหนักรวม 5 ก. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ปรับให้วัสดุมีความชื้นที่เหมาะสมซึ่งได้จากผลการทดลองที่ 4 และนึ่งฆ่าเชื้อ

2.4 การปลูกและบ่มเชื้อ

นำอุปกรณ์สำหรับเจาะชิ้นคอร์ก (cork borrer) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร เจาะชิ้นส่วนเส้นใยเห็ดบริเวณริมโคโลนีแหล่งเชื้อ แล้วย้ายลงบนวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ บ่มเชื้อในที่มืดเป็นเวลา 30 วัน โดยการทดลองที่ 1-4 บ่มเชื้อที่ 35 °ซ. ส่วนการทดลองที่ 5 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ ได้แก่ 25 30 35 40 45 °ซ.

2.5 การตรวจสอบประสิทธิภาพของปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตหัวเชื้อ

นำหัวเชื้อที่บ่มจนครบตามกำหนดเวลามาตรวจสอบประสิทธิภาพของแต่ละปัจจัย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. *การตรวจสอบขนาดโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด*

นำหัวเชื้อมาบันทึกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี และความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด โดยการคาดคะเนด้วยสายตาและไม้บรรทัด จัดระดับการเจริญของหัวเชื้อตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนี (ซม.) และความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดตั้งแต่ - ไม่เจริญ + หนาแน่นน้อย ++ หนาแน่นปานกลาง และ +++ หนาแน่นมาก

2. *การตรวจสอบปริมาณชีวมวลของเชื้อเห็ด*

ตรวจสอบปริมาณชีวมวลจากปริมาณกลูโคซามีนของเชื้อเห็ด โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Ride และ Drysdale (1972) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ก. การสกัดกลูโคซามีน

คัดเลือกกลุ่มของหัวเชื้อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดมาก นำมาอบแห้ง บดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมช ใส่ตัวอย่างหัวเชื้อ 0.1 ก. ในหลอดเซนตริฟิวจ์ เติมสารละลายโพแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (120 ก. ในน้ำกลั่น 100 มล.) 1.5 มล. ทำให้มีอุณหภูมิ 120 °ซ. เป็นเวลา 1 ชม. ทิ้งให้เย็น เติมเอธานอล 75% (ปริมาตร/ปริมาตร) เย็นจัด 4 มล. เขย่าให้เข้ากัน แช่ในน้ำเย็นจัดเป็นเวลา 15 นาที เติมสารละลายแขวนลอยของซีไลต์ (1 ก. ในเอธานอล 75% 20 มล.) 0.45 มล. ปั่นเหวี่ยงที่ 3120 รอบ/นาที อุณหภูมิ 2 °ซ. เป็นเวลา 10 นาที ล้างด้วยเอธานอล 40% (ปริมาตร/ปริมาตร) และน้ำกลั่นเย็นจัด 2 ครั้ง จะได้ตะกอนของกลูโคซามีน

ข. การวิเคราะห์ปริมาณกลูโคซามีน

นำสารละลายกลูโคซามีน 1 มล. มาเติมสารละลายโซเดียมไนไตร์ท 5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) และโพแตสเซียมไฮโดรเจนซัลเฟต 5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ชนิดละ 1 มล. เขย่าให้เข้ากัน ปั่นเหวี่ยงที่ 3120 รอบ/นาที อุณหภูมิ 2 °ซ. เป็นเวลา 2 นาที ดูดส่วนใส 1.2 มล. มาเติมแอมโมเนียมซัลฟาเมต 12.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) 0.4 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติมเอ็มบีทีเอช 0.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) 0.4 มล. ทำให้มีอุณหภูมิ 100 °ซ. เป็นเวลา 3 นาที ทิ้งให้เย็น เติมเฟอร์ริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต 0.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) 0.4 มล. ทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นม. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 650 นม. และปริมาณกลูโคซามีนมาตราฐาน (ภาคผนวก)

2.6 <u>การวางแผนการทดลอง</u>

ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design) ทำการทดลอง 4 ซ้ำๆ ละ 4 ซ้ำย่อย และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการของดันแคน (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ***ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ***

นำหัวเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เพาะเลี้ยงบนวัสดุหลักชนิดต่างๆ มาตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด สามารถจัดระดับการเจริญได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A**, บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุหลัก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้า	3.2	+ + +
2	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง เมล็ดข้าวเหนียว เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง	1.5 - 2.0	+ + +
3	เมล็ดถั่วลิสง เมล็ดบัว เมล็ดเดือย รำหยาบ เมล็ดข้าวเปลือกเหนียว เมล็ดข้าวเปลือกเจ้า รำละเอียด จมูกข้าว เมล็ดข้าวแดง เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าวบาร์เลย์ เมล็ดข้าวโอ๊ต	0.5 - 1.0	+ +
4	ปุ๋ยหมัก ขี้เลื่อย เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วดำ เมล็ดงาขาว เมล็ดงาดำ เมล็ดถั่วเขียว	ไม่เจริญ	-

ตารางที่ 5 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_2 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุหลัก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้า	2.4	+ +
2	เมล็ดข้าวโอ๊ต เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง เมล็ดข้าวเหนียว เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง	1.5 – 2.0	+ +
3	เมล็ดบัว เมล็ดเดือย เมล็ดข้าวเปลือกเหนียว เมล็ดข้าวเปลือกเจ้า รำละเอียด จมูกข้าว เมล็ดข้าวแดง เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าวบาร์เลย์	0.5 – 1.0	+
4	ปุ๋ยหมัก ขี้เลื่อย เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วดำ เมล็ดงาขาว เมล็ดงาดำ เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วลิสง รำหยาบ	ไม่เจริญ	-

ตารางที่ 6 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_3** บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุหลัก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง	3.7	+ + +
2	เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง เมล็ดข้าวเหนียว เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวเจ้า	1.5 - 2.5	+ + +
3	เมล็ดบัว เมล็ดเดือย รำทยาบ เมล็ดข้าวเปลือกเหนียว เมล็ดข้าวเปลือกเจ้า รำละเอียด จมูกข้าว เมล็ดข้าวแตง เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าวบาร์เลย์ เมล็ดข้าวโอ๊ต	0.5 - 1.0	+ +
4	ปุ๋ยหมัก ขี้เลื่อย เมล็ดถั่วเหลือง เมล็ดถั่วดำ เมล็ดงาขาว เมล็ดงาดำ เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วลิสง	ไม่เจริญ	-

จากตารางที่ 4- 6 เมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 3 สามารถคัดเลือกวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อซึ่งมีการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะส่วนใหญ่ในระดับ 1-2 จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ เมล็ดข้าวเจ้า เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง เมล็ดข้าวโพด เมล็ดข้าวเหนียว เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง และเมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งวัสดุกลุ่มนี้มีสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แป้ง 60-77% โปรตีน 7-10% และไขมัน 2-5% (คณะสัตวแพทยศาสตร์, 2547; ประนอม, 2547) ซึ่งอยู่ในช่วงเหมาะสำหรับการสร้างเซลล์และพลังงานมากกว่าวัสดุกลุ่มอื่น และจากการนำวัสดุกลุ่มนี้มาวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสซามีนจากเส้นใยเห็ดได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนวัสดุ 6 ชนิด ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบหลักของหัวเชื้อ

วัสดุหลัก	ปริมาณกลูโคซามีน (มคก./ก.หัวเชื้อ) ของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์			
	A_1	A_2	A_3	ค่าเฉลี่ย
เมล็ดข้าวเจ้า	179	174	187	**181 a**
เมล็ดข้าวเจ้ากล้อง	105	85	191	**127 b**
เมล็ดข้าวโพด	107	94	111	**104 c**
เมล็ดข้าวเหนียว	59	55	72	**62 d**
เมล็ดข้าวเหนียวกล้อง	53	49	66	**56 d**
เมล็ดข้าวฟ่าง (ชุดควบคุม)	40	36	50	**42 e**

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 7 เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมล็ดข้าวเจ้าให้กลูโคซามีนในปริมาณสูงสุด จึงเป็นแหล่งอาหารที่เชื้อเห็ดเผาะส่วนใหญ่เจริญได้ดี โดยมีสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ แป้ง 77% โปรตีน 9% และไขมัน 2% (ประนอม, 2547) ซึ่งอยู่ในช่วงเหมาะสำหรับการสร้างเซลล์และพลังงานมากกว่าวัสดุชนิดอื่น นอกจากนี้ เมล็ดข้าวเจ้ายังมีจำหน่ายทั่วไปในราคาไม่แพง 8-9 บาท/กก. จึงใช้เป็นส่วนประกอบหลักสำหรับเตรียมวัสดุทำหัวเชื้อในการทดลองที่ 2 ต่อไป

การทดลองที่ 2 *ชนิดของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ*

นำหัวเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เพาะเลี้ยงบนวัสดุเสริมชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 5% มาตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด สามารถจัดระดับการเจริญได้ดังนี้

ตารางที่ 8 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A**$_1$ บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	จุกสัปปะรด หัวมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย ดินร่วน	3.0 – 4.0	+ + +
2	รำละเอียด ลำต้นกล้วย เปลือกฝักถั่วเขียว ต้นถั่วลิสง ต้นถั่วเหลือง ชานอ้อย ฟางข้าว กาบหุ้มกะลามะพร้าว กากตะกอนอ้อย ซังข้าวโพด ต้นหญ้าขน ต้นผักบุ้ง ต้นผักตบชวา มูลไก่ กากเนื้อมะพร้าว	1.5 – 2.5	+ + +
3	ขี้เลื่อย ต้นผักโขม ใบแค ต้นถั่วไซราโตร	0.5 – 1.0	+ +
4	ใบกระถิน ปุ๋ยเคมี	ไม่เจริญ	-

ตารางที่ 9 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์** A_2 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	หัวมันสำปะหลัง น้ำตาลทราย ดินร่วน	2.5 – 3.5	+ + +
2	ต้นถั่วไซราโตร รำละเอียด ลำต้นกล้วย เปลือกฝักถั่วเขียว ต้นถั่วลิสง ต้นถั่วเหลือง ชานอ้อย ฟางข้าว กาบหุ้มกะลามะพร้าว กากตะกอนอ้อย ซังข้าวโพด ต้นหญ้าขน ต้นผักบุ้ง ต้นผักตบชวา มูลไก่ กากเนื้อมะพร้าว จุกสัปปะรด	1.5 – 2.0	+ + +
3	ต้นผักโขม ใบแค	0.5 – 1.0	+ +
4	ใบกระถิน ปุ๋ยเคมี ชี้เลื่อย	ไม่เจริญ	-

ตารางที่ 10 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์** A_3 บนวัสดุ 25 ชนิด ที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ

ระดับ	วัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	ฟางข้าว น้ำตาลทราย จุกสัปปะรด หัวมันสำปะหลัง ดินร่วน	3.5 – 4.5	+ + +
2	ต้นถั่วไซราโตร รำละเอียด ลำต้นกล้วย เปลือกฝักถั่วเขียว ต้นถั่วลิสง ต้นถั่วเหลือง ชานอ้อย กาบหุ้มกะลามะพร้าว กากตะกอนอ้อย ซังข้าวโพด ต้นหญ้าขน ต้นผักบุ้ง ต้นผักตบชวา มูลไก่ กากเนื้อมะพร้าว	1.5 – 2.5	+ + +
3	ต้นผักโขม ใบแค	0.5 – 1.0	+ +
4	ใบกระถิน ปุ๋ยเคมี ชี้เลื่อย	ไม่เจริญ	-

จากตารางที่ 8-10 เมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อซึ่งมีการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะส่วนใหญ่ในระดับ 1 จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ดินร่วน น้ำตาลทราย หัวมันสำปะหลัง และจุกสัปปะรด นำมาวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสซามีนจากเส้นใยเห็ดเผาะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนวัสดุ 4 ชนิด ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบเสริมของหัวเชื้อ

วัสดุเสริม	ปริมาณกลูโคซามีน (มคก./ก.หัวเชื้อ) จากเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์				
	A_1	A_2	A_3	ค่าเฉลี่ย	
เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 5%	399	377	418	**398**	**a**
เมล็ดข้าวเจ้า + น้ำตาลทราย 5%	342	299	376	**339**	**b**
เมล็ดข้าวเจ้า + มันสำปะหลัง 5%	229	197	288	**238**	**c**
เมล็ดข้าวเจ้า + จุกสัปปะรด 5%	211	177	263	**217**	**c**
เมล็ดข้าวฟ่าง (ชุดควบคุม)	54	48	75	**59**	**d**

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 11 เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5% ให้กลูโคซามีนในปริมาณสูงสุด จึงเป็นแหล่งอาหารที่เชื้อเห็ดเผาะเจริญได้ดี เนื่องจากดินร่วนมีโครงสร้างในการระบายอากาศที่ดี มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดยึดธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเชื้อเห็ดซึ่งมีหลายชนิด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม กำมะถัน เหล็ก ทองแดง สังกะสี โบรอน แมงกานีส คลอรีน และ โมลิบดินัม เป็นต้น เช่นเดียวกับที่เชื้อเห็ดได้รับจากการเจริญตามธรรมชาติ นอกจากนี้ ยังสามารถหาดินร่วนมาใช้ได้ไม่ยาก ทำให้ต้นทุนการผลิตหัวเชื้อต่ำลง จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เป็นส่วนประกอบเสริมสำหรับเตรียมวัสดุทำหัวเชื้อในการทดลองที่ 3 ต่อไป

การทดลองที่ 3 *อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม*

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเบื้องต้นถึง อัตราส่วนเมล็ดข้าวเจ้าและดินร่วนที่ใช้เป็นส่วนประกอบของหัวเชื้อ พบว่า ไม่ควรใช้อัตราส่วนของดินร่วนมากกว่า 45% เนื่องจากทำให้วัสดุผสมอุ้มน้ำได้ไม่ดี มีน้ำเหลือบนผิววัสดุในปริมาณที่สามารถส่งผลยับยั้งหรือลดการเจริญของเชื้อเห็ดได้ และจากการนำหัวเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วนในอัตราส่วนต่างๆ มาตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด สามารถจัดระดับการเจริญได้ดังนี้

ตารางที่ 12 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_1** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน

ระดับ	อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 25, 35, 45%	5.5 – 5.6	+ + +
2	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 15%	4.9	+ + +
3	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 5%	4.2	+ + +

ตารางที่ 13 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_2** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน

ระดับ	อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 35, 45%	4.9 - 5.0	+ + +
2	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 15, 25%	4.1 - 4.3	+ + +
3	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 5%	3.5	+ + +

ตารางที่ 14 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์ A_3 บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 5 อัตราส่วน

ระดับ	อัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริม	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 25, 35, 45%	5.7 - 5.8	+ + +
2	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 15%	5.2	+ + +
3	เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 5%	4.6	+ + +

จากตารางที่ 12-14 เมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกอัตราส่วนของวัสดุหลักและวัสดุเสริมที่ใช้เป็นส่วนประกอบของหัวเชื้อ ซึ่งมีการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะส่วนใหญ่ในระดับ 1-2 จำนวน 3 อัตราส่วน ได้แก่ เมล็ดข้าวเจ้าผสมกับดินร่วน 25, 35 และ 45% นำมาวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสซามีนจากเส้นใยเห็ดเผาะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 3 อัตราส่วน

อัตราส่วน	ปริมาณกลูโคซามีน (มคก./ก.หัวเชื้อ) จากเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์				
	A_1	A_2	A_3	ค่าเฉลี่ย	
เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 45%	691	602	798	**697**	**a**
เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 35%	508	469	706	**561**	**b**
เมล็ดข้าวเจ้า + ดินร่วน 25%	511	407	561	**493**	**c**
เมล็ดข้าวฟ่าง (ชุดควบคุม)	49	39	65	**51**	**d**

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 15 เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมล็ดข้าวเจ้าผสมกับดินร่วน 45% เป็นอัตราส่วนของส่วนประกอบหัวเชื้อที่ดีที่สุดโดยให้ปริมาณสารอาหารชนิดต่างๆและระดับความเป็นกรด-ด่าง ที่สมดุลกับการเจริญของเชื้อเห็ดทำให้มีปริมาณกลูโคซามีนสูงสุด และการใช้ดินร่วนเป็นวัสดุเสริมในอัตราส่วนสูงถึง 45% ช่วยลดปริมาณและความเหนียวของเมล็ดข้าวเจ้าที่ใช้เป็นวัสดุหลัก ทำให้การย้ายเชื้อสะดวกขึ้นและมีต้นทุนการผลิตหัวเชื้อลดลงมาก แต่ได้เชื้อเห็ดในปริมาณมากขึ้น จากอัตราส่วนดังกล่าวนำไปใช้เตรียมส่วนประกอบของหัวเชื้อสำหรับการทดลองที่ 4 ต่อไป

การทดลองที่ 4 *ความชื้นของวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อ*

นำหัวเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ซึ่งเพาะเลี้ยงบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้นระดับต่างๆ มาตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด สามารถจัดระดับการเจริญได้ดังนี้

ตารางที่ 16 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A**, บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ

ระดับ	ความชื้นของวัสดุ (%)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
	80	5.8	+ + +
	75	5.8	+ + +
1	70	5.8	+ + +
	65	5.7	+ + +
	60	5.6	+ + +

ตารางที่ 17 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_2** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ

ระดับ	ความชื้นของวัสดุ (%)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
	80	5.2	+ + +
	75	5.2	+ + +
1	70	5.2	+ + +
	65	5.1	+ + +
	60	5.1	+ + +

ตารางที่ 18 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_3** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ความชื้น 5 ระดับ

ระดับ	ความชื้นของวัสดุ (%)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
	80	6.0	+ + +
	75	6.0	+ + +
1	70	6.0	+ + +
	65	6.0	+ + +
	60	6.0	+ + +

จากตารางที่ 16-18 เมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า แต่ละสายพันธุ์เจริญบนวัสดุทำหัวเชื้อที่มีความชื้นระดับต่างๆ สร้างเส้นใยปริมาณมากไม่สามารถคาดคะเนความแตกต่างกันได้ จึงต้องวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสซามีนจากเส้นใยเห็ดทุกระดับความชื้นได้ผลดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ซึ่งเจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่ 5 ระดับความชื้น

ความชื้นของวัสดุ (%)	ปริมาณกลูโคซามีน (มคก./ก.หัวเชื้อ) จากเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์				
	A_1	A_2	A_3	ค่าเฉลี่ย	
80	789	627	815	**747**	**a**
75	655	622	796	**691**	**b**
70	639	594	663	**632**	**c**
65	473	430	570	**491**	**d**
60	461	401	554	**472**	**d**
เมล็ดข้าวฟ่าง (ชุดควบคุม)	48	39	60	**49**	**e**

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 19 เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% ให้กลูโคซามีนในปริมาณสูงสุด เนื่องจากที่ระดับความชื้นดังกล่าวให้น้ำในปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเชื้อเห็ด และไม่ทำให้เส้นใยเห็ดขาดออกซิเจน นอกจากนี้ ยังช่วยละลายธาตุอาหารบางชนิดออกจากวัสดุได้มากช่วยให้เชื้อเห็ดเจริญได้ดีขึ้น สภาวะนี้เหมาะที่จะใช้ผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะ จึงนำไปใช้เตรียมวัสดุทำหัวเชื้อสำหรับการทดลองที่ 5 ต่อไป

การทดลองที่ 5 *อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มหัวเชื้อ*

นำหัวเชื้อเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ซึ่งเพาะเลี้ยงบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% และบ่มเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ มาตรวจสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ด สามารถจัดระดับการเจริญได้ดังนี้

ตารางที่ 20 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A**, บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ

ระดับ	อุณหภูมิ (°ซ.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	35	6.0	+ + +
	30	6.0	+ + +
2	25	4.8	+ + +
3	40	2.0	+ + +

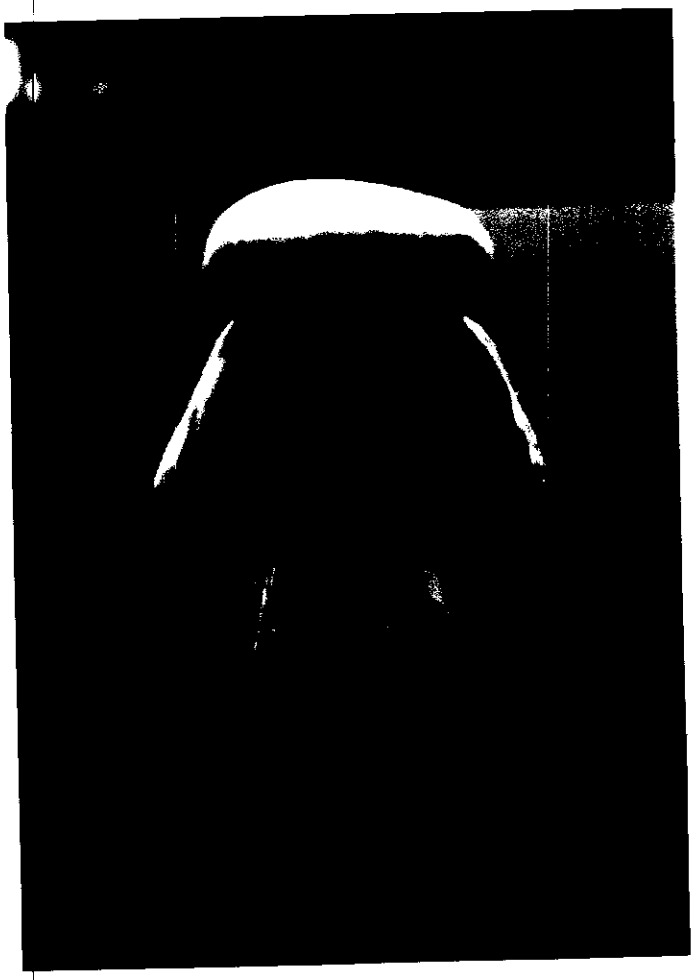
ตารางที่ 21 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_2** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ

ระดับ	อุณหภูมิ (°ซ.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	30	5.5	+ + +
	25	5.5	+ + +
2	35	4.9	+ + +
3	40	1.5	+ + +

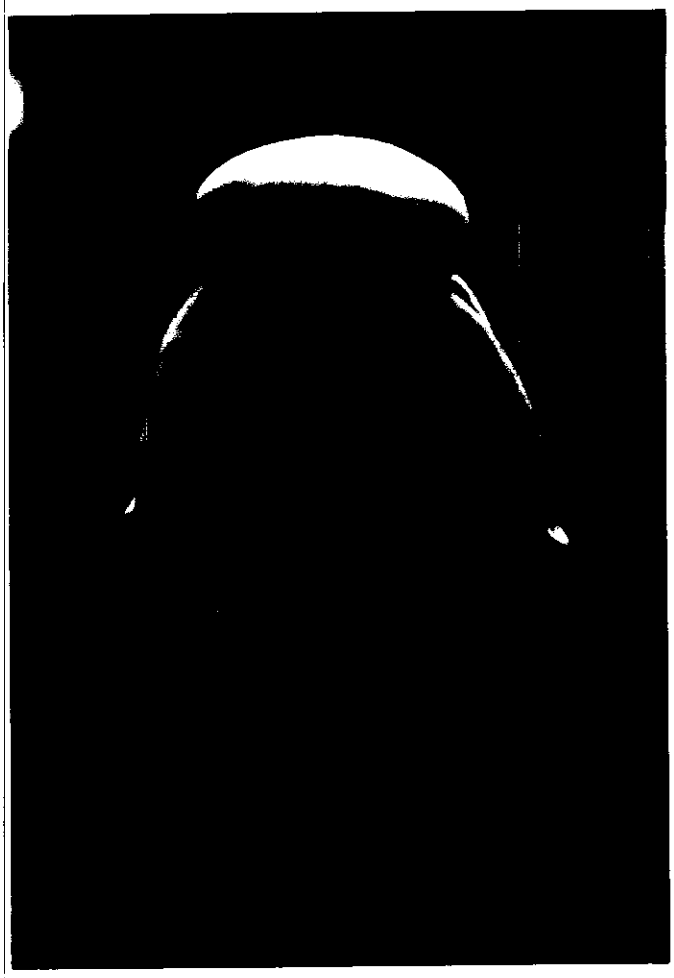
ตารางที่ 22 ระดับการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_3** บนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ระดับ

ระดับ	อุณหภูมิ (°ซ.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี (ซม.)	ความหนาแน่นของเส้นใย
1	35	6.0	+ + +
	30	6.0	+ + +
2	25	5.3	+ + +
3	40	2.6	+ + +

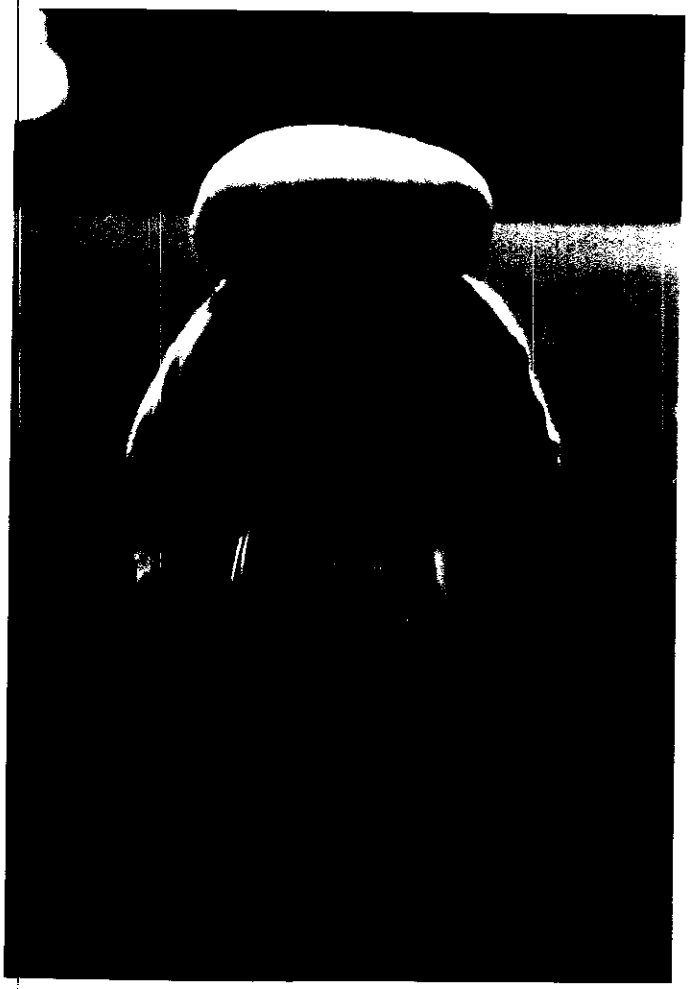
จากตารางที่ 20-22 เมื่อพิจารณาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีและความหนาแน่นของเส้นใยเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ สามารถคัดเลือกอุณหภูมิที่ใช้บ่มหัวเชื้อซึ่งมีการเจริญของเส้นใยเห็ดเผาะส่วนใหญ่ในระดับ 1 จำนวน 2 ระดับอุณหภูมิ ได้แก่ 30 และ 35 °ซ. (ภาพที่ 3-5) นำมาวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสซามีนจากเส้นใยเห็ดเผาะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 23



ภาพที่ 3 ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A**$_1$ ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.



ภาพที่ 4 ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_2** ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.



ภาพที่ 5 ลักษณะของเชื้อเห็ดเผาะ**สายพันธุ์ A_3** ที่เจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่ 35 °ซ.

ตารางที่ 23 ปริมาณกลูโคซามีนของเส้นใยเห็ดเผาะ 3 สายพันธุ์ ซึ่งเจริญบนเมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 2 ระดับ

ระดับ	ความชื้นของวัสดุ (%)	ปริมาณกลูโคซามีน (มคก./ก.หัวเชื้อ) จากเส้นใยเห็ดเผาะสายพันธุ์				
		A_1	A_2	A_3	ค่าเฉลี่ย	
1	35	772	694	802	**756**	**a**
	30	722	669	796	**729**	**a**
2	เมล็ดข้าวฟ่าง (ชุดควบคุม)	42	40	59	**47**	**b**

ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากตารางที่ 23 เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนของเห็ดเผาะทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า เมล็ดข้าวเจ้าผสมดินร่วน 45% ที่มีความชื้น 80% บ่มเชื้อในช่วงอุณหภูมิ 30-35 °ซ. ให้กลูโคซามีนในปริมาณสูงสุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสูงกว่าปริมาณกลูโคซามีนเฉลี่ยของหัวเชื้อข้าวฟ่างที่นิยมใช้ในการผลิตหัวเชื้อเห็ดทั่วไป 14-15 เท่า และเมื่อตรวจสอบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับหัวเชื้อเห็ดเผาะ ที่ใช้เมล็ดข้าวฟ่างหรือฟางข้าว และเติมอาหารเหลว โมดิฟายด์ เมลินนอร์กราน มีเดียม บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 เดือน (Nopamornbodi, 1994) หรือใช้ดินพรุผสมเวอร์มิคิวไลท์หรือขุยมะพร้าว และเติมอาหารเหลวโปเตโต เดกซโตรส 2 : 1 บ่มเชื้อที่ 30 °ซ. เป็นเวลา 2-3 เดือน พบว่า สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะที่ได้จากงานวิจัยนี้มีข้อเด่นในเรื่องของ ชนิดของวัสดุที่หาง่ายและราคาถูก ใช้อุปกรณ์และมีขั้นตอนการเตรียมที่ง่ายและได้เชื้อเห็ดปริมาณมากในเวลาอันสั้น เหมาะที่จะนำไปประยุกต์ใช้ผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะในเชิงพาณิชย์และหัวเชื้อเห็ดเศรษฐกิจพื้นเมืองชนิดอื่นต่อไป

สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตหัวเชื้อเห็ดเผาะคือ ใช้เมล็ดข้าวเจ้าบดผสมกับดินร่วน 45% ปรับความชื้นของวัสดุเท่ากับ 80% บ่มเชื้อในที่มืด อุณหภูมิ 30-35 °ซ.

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา พงษ์พานิช. 2542. ไมคอร์ไรซากับไม้ในวงศ์ไม้ยางบางชนิด. ใน กรมป่าไม้และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2542. ไม้ยางนาและไม้ในวงศ์ไม้ยาง เล่ม 3 : นานาสาระเกี่ยวกับไม้ในวงศ์ไม้ยาง. น. 276-284.

เกษม สร้อยทอง. 2537. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. ศิริธรรมออฟเซ็ท. อุบลราชธานี. น.192.

เกศศิณี ตระกูลทิวากร และ จันทร์เพ็ญ ศักดิ์สิทธิพิทักษ์. 2547. ผักพื้นบ้าน : ศักยภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผักพื้นบ้านไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:http://www2.doae.go.th/library/vegetable/www/research/menu8/htm

ชวัญชัย พันธ์หมุด. 2538. วษ.นครพนม เผยเคล็ดลับการเพาะเห็ดลม. เมืองเกษตร. 7(77):28-29.

คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2547. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://www.vet.ku.ac.th/library-homepage/article/exotic/rabbit/rabbit_rearing.htm

จิตรตรา กาญจนประยุท.2539. การปรับปรุงการเจริญของกล้าสน(*Pinus kesiya*)โดยใช้ราเอ็กโตไมคอร์ไรซ่าที่แยกจากเห็ดเผาะ (*Astraeus hygrometricus*) และ เห็ดตับเต่าดำ (*Boletus edulis*). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 166 น.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2532. การเพาะเห็ดบางชนิดในประเทศไทย. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยลัยเกษตรศาสตร์. 188 น.

ธวัชชัย ทีฆชุณหเถียร. 2540. การเพาะเห็ดหอมในจังหวัดนครราชสีมา. เทคโนโลยีสุรนารี. 4(3) : 187-201.

ประนอม ศรัยสวัสดิ์. 2547. สาระน่ารู้: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.seed.or.th/SeedNews/vol101/10-103.htm

ประพันธ์ โอสถาพันธุ์ สุเมธ ศิรินิรันดร์ และสมจิตต์ บุญสุขใจ. 2529. การศึกษาเพื่อหาเชื้อเห็ดหูหนูที่ให้ผลผลิตสูงโดยวิธีเพาะในถุงพลาสติก.ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 24 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 227-238.

ประพันธ์ โอสถาพันธุ์.2530.การศึกษาเพื่อหาเชื้อเห็ดเป๋าฮื้อที่ให้ผลผลิตสูงโดยวิธีเพาะในถุงพลาสติก. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.117-128.

ประพันธ์ โอสถาพันธุ์ และ สมจิตต์ กิจรุ่งเรือง. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยต่างชนิดและแหล่งที่เพาะเห็ดที่มีต่อการเจริญและผลผลิตของเห็ดหอมโดยวิธีเพาะในถุงพลาสติก (โครงการระยะที่2). วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 11(1) : 1-12.

ประพันธ์ โอสถาพันธุ์ และ สมจิตต์ กิจรุ่งเรือง. 2537. ความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์วัสดุเพาะจากขี้เลื่อยต่างชนิดและแหล่งที่เพาะเห็ดที่มีต่อการเจริญและผลผลิตของเห็ดหอมโดยวิธีเพาะในถุงพลาสติก (โครงการระยะที่2). วิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร. 11(1) : 1-12.

ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน. 2539. เห็ดไทย. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย น. 5-14.

ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2538. เทคโนโลยีการเพาะเห็ด. รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. 421 น.

พรรณี พงษ์เขตคาม พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธุ์ และสมพงษ์ อังโชรัมย์. 2520. การศึกษาวิธีทำเชื้อเห็ดฝรั่งในอาหารผสมสูตรต่างๆ. รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2520. กรมวิชาการเกษตร.

พันธ์ทวี ภักดีดินแดน อานนท์ เอื้อตระกูล และ อนันต์ ดิสระ. 2520. การศึกษาวิธีการเพาะเห็ดเป๋าฮื้อในโรงเรือนใช้ปุ๋ยหมัก. ในรายงานประจำปี กองโรคพืช กรมวิชาการเกษตร. น.170-176.

พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน อานนท์ เอื้อตระกูล และ อนันต์ ดิสระ. 2520. การศึกษาวิธีทำเชื้อเห็ดคอพไพรนัส *Coprinus comatus*. รายงานผลการทดลองและวิจัยประจำปี 2520.กรมวิชาการเกษตร. น. 177-179.

พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธุ์. 2541. การเพาะเห็ดหอมจากขี้เลื่อย. กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://web.ku.ac.th/agri/had-hom/hom1.htm.

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536 ก. ใช้คันนาผลิตเห็ดเผาะ. นสพ.เดลินิวส์. ฉบับที่ 15923. หน้า 11.

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536 ข. โครงการส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตเห็ดเผาะบนคันนา. นสพ.เดลินิวส์. ฉบับที่ 15924. หน้า 11.

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536 ค. การทดลองใช้เห็ดเผาะเพิ่มการเติบโตของไม้รัง. นสพ.เดลินิวส์. ฉบับที่ 15933. หน้า 11.

ยงยุทธ ขจรวิทย์. 2539. เล่าเรื่องเห็ดป่า. ในเห็ดไทย. อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. น.128.

ยงยุทธ สายฟ้า. 2540. เห็ดจากหญ้า (แฝก). กสิกร. 70 (6) : 600-602.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทยฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อมรินทร์-พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. น.108.

วรลักษณ์ พฤฒิภิญโญ. 2533. การใช้มันสำปะหลังเส้นเป็นอาหารเสริมสำหรับเพาะเห็ดนางรม นางฟ้า และเป๋าฮื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วสันณ์ เพชรรัตน์ และ สมนึก แก้วทอง. 2527. ผลผลิตของเห็ดหูหนูขาวบนซอนไม้ชนิดต่างๆ. 6(3) : 231-235.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2536. เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักการผลิตเห็ด. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา. 226 น.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2537. เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย. ศิริธรรมออฟเซ็ท. อุบลราชธานี. น.192.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2538 ก. การเพาะเห็ดป่า : I เห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulus* Mont.). สงขลานครินทร์ วทท. 17(1) : 43-56.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2538 ข. การเพาะเห็ดป่า: III เห็ดแคง (*Lentinus* sp.) สงขลานครินทร์ วทท. 17 (2) : 165-172.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2538 ค. การเพาะเห็ดป่า : IV เห็ดแคลง (*Schizophyllum commune* Fr.) สงขลา-นครินทร์ วทท. 17(3) : 261-269.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2538 ง. การเพาะเห็ดป่า : V เห็ดกระด้าง (*Lentinus polychrous* Lev.). สงขลา-นครินทร์ วทท. 17(3) : 271-280.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2539 ก. การเพาะเห็ดป่า : VI เห็ดหูหนู (*Auricularia* spp.). สงขลานครินทร์ วทท. 18(3) : 253-265.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2539 ข. การเพาะเห็ดป่า : VII เห็ดเนื้อย่าง (*Ganoderma subresinosum* Fr.). สงขลานครินทร์ วทท. 18(3) : 267-273.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2540. การเพาะเห็ดป่า : IX เห็ดถั่ว (*Coprinus fimentarius* Fr.). สงขลานครินทร์ วทท. 19(1) : 13-22.

วสันณ์ เพชรรัตน์ และ ผลิวัลย์ ขุนทอง. 2540. การเพาะเห็ดป่า : X เห็ดนา (*Agaricus* sp.). สงขลา-นครินทร์ วทท. 19(3) : 289-297.

วสันณ์ เพชรรัตน์. 2541. การเพาะเห็ดป่า:XI เห็ดยักษ์ (*Tricholoma crassum*) สงขลานครินทร์ วทท. 20(1) : 27-33.

วันชัย ตาปัญโญ จิตติภัทร ผสมทรัพย์ อภิวัฒน์ วิใจคำ และปฏิวัติ สิริเจริญพร. 2547. มารู้จักเห็ดถอบ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http://ns.yupparaj.ac.th/web4142/M401/40105/page3/page3.htm

วิโรจน์ แก้วเรือง. 2539. กิ่งหม่อนและมูลไหมใช้เพาะเห็ดได้แล้ว. กสิกร. 69(3) : 280-282.

วิฑูรย์ พลาวุทฒ์. 2527. การทำเชื้อและการเพาะเห็ด. กรุงสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 191 น.

ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์. 2538. การเพาะเห็ดหลินจือ. กสิกร. 68(5) : 473-474.

ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. 2542. เอกสารการฝึกอบรมศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. นครปฐม. 29 น.

ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์ ประณีต ไทยอุทัย และ สัญชัย ตันตยาภรณ์. 2534. การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ดหลินจือที่สามารถให้ผลผลิตสูง. วิทยาศาสตร์เกษตร. 24(1-2) : 68-80.

ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์ สัญชัย ตันตยาภรณ์ พรรณี บุตรธนู และ สมพงษ์ อังโชรัมย์. 2531. หลินจือเห็ดมีสรรพคุณทางยา. กสิกร. 61(5) : 427-433.

ศุภนิตย์ หิรัญประดิษฐ์. 2543. เห็ดหัวลิงหรือเห็ดภูมาลา 60. ข่าวสารเพื่อผู้เพาะเห็ด. 5(2):22-25.

สาโรจน์ ปัญญามหานนท์ สุทธพรรณ ตรีรัตน์ และ สัญชัย ตันตยาภรณ์. 2528. การศึกษาการอ่อนของเชื้อเห็ดหูหนู (*Auricularia polytricha*). ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 23 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 359-372.

สุทธพรรณ ตรีรัตน์. 2529. การเพาะเห็ดหอมโดยใช้วัสดุจากการเกษตร. เกษตรอุตสาหกรรม. 1(9): 53-54.

สุทธพรรณ ตรีรัตน์ อรุณี จันทรสนิท มุกดา ณัฏฐสมบูรณ์ และ พรรณี ชิโนรักษ์. 2529. การเจริญและผลผลิตของเห็ดหอมบางสายพันธุ์เมื่อเพาะในขี้เลื่อยต่างชนิด. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 24 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 239-248.

อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2535. เห็ดเมืองไทย. ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ. น. 98-100.

อรุณี จันทรสนิท เศรษฐวัชร ฉ่ำศาสตร์ และ สาทิต ไทยทัตกุล. 2533. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 28 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.189-197.

อานนท์ เอื้อตระกูล. 2530. การเพาะเห็ดฟาง. พิมพ์ครั้งที่ 2. แสงทวีการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 258 น.

อัจฉรา พยัพพานนท์ พันธุ์ทวี ภักดีดินแดน และ ประเสริฐ วุฒิคัมภีร์. 2530. การเพาะเห็ดนางฟ้าในโรงเรือนและนอกโรงเรือน. ในรายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 25 สาขาพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น.129-137.

อนิวรรต เฉลิมพงษ์. 2542. เห็ดป่าไมคอร์ไรซ่า. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. น. 25-31.

Aidoo, K. E. , R. Hendry and B. J. B. Wood. 1981. Estimation of fungal growth in a solid state fermentation system. Applies microbiol. biotechnol. 12: 6-9.

Arima, K. and T. Uozumi. 1967. A new method for estimation of the mycelial weight in koji. Agr. biol. chem. 3(1) : 119-123.

Baseia, I. G. and T. C. O. Galvao. 2002. Some interesting gasteromycetes (Basidiomycota) in dry areas from northeastern Brasil. Acta bot bras. 16(1) : 1-8.

Chen, G.C. and B.R. Johnson. 1983. Improved colorimetric determination of cell wall chitin in wood decay fungi. Journal of food science. 46(1): 13-16.

Coker, W.C. and J.N. Couch. 1969. The Gasteromycetes of the eastern United States and Canada. Verlag von J.Cramer. New York. p.123-188.

Cousin, M. A. 1996. Chitin as a measure of mold contamination of agricultural commodities and foods. Journal of food protection. 59 (1) : 73-81.

Donald, W.W. and C.J. Mirocha. 1977. Chitin as a measure of fungal growth in stored corn and soybean seed. Cereal chem. 54(1) : 466-474.

Jarvis, B. 1977. A chemical method for the estimation of mould in tomato products. J. Food. Technol. 12 : 581-591.

Lehmann, P. F. and L. O. White. 1975. Chitin assay used to demonstrate renal localization and cortisone-enhanced growth of *Aspergillus fumigatus* mycelium in mice. Infection and immunity. 12(5) : 987-992.

Nandi, B. 1978. Glucosamine analysis of fungus-infected wheat as a method to determine the effect of antifungal compounds in grain preservation. Cereal chemistry. 55 (2) : 121-127.

Nilsson, K. and J. Bjurman. 1998. Chitin as an indicator of the biomass of two wood-decay fungi in relation to temperature , incubation time , and media composition. Can. j. microbiol. 44 : 575-581.

Nopamornbodi, O. 1994. Maintence of soil fertility and improvement of crop yield in highland by biofertilizal fungi. Soil science division. Deparment of agriculture. Bangkok. 131 pp.

Pitt, J. I. and A. D. Hoching. 1994. Modern methods for detecting and enumerating foodborne fungi. In Patel, P. D. 1994. Rapid analysis technique in food microbiology. Blackie academic & professional. London. 294 pp.

Rementeria, A. *et al.* 1991. Chitin assay to estimate the growth of *Candida albicans* in organ of infected mice. J. of medical and veterinary mycology. 29 : 15-23.

Ride, J.P. and R.B. Drysdale. 1971. A chemical method for estimating *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* in infected tomato plants. Physiol. pl. path. 1 : 409-420.

Ride, J.P. and R.B. Drysdale. 1972. A rapid method for the chemical estimation of filamentous fungi in plant tissue. Physiol pl. plath. 2: 7-15.

Sharma, P. D. , P. J. Fisher and J. Webster. 1977. Critique of the chitin assay technique for Estimation of fungal biomass. Trans. br. mycol. Soc. 69(3) : 479-483.

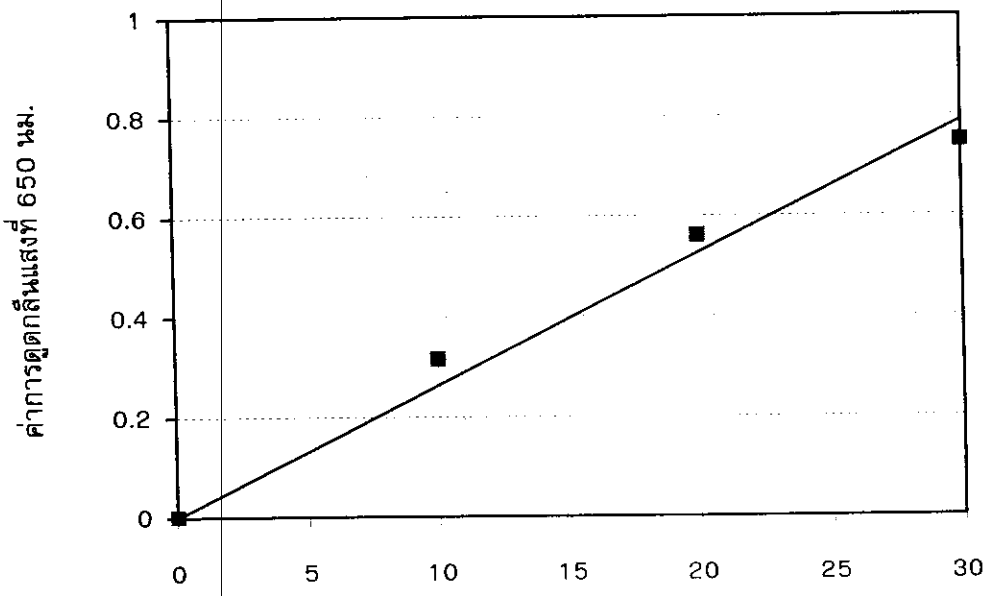
Swift, M. J. 1973. The estimation of mycelial biomass by determation of the hexosamine content of wood tissue decayed by fungi. Soil biol. biochem. 5 : 321-332.

Whipps, J. M. and D. H. Lewis . 1980. Methodology of a chitin assay. Trans. br. mycol. soc. 74 (2) : 416-418.

White, L.O. *et al.*1979. Comparison of the growth of virulent and attenuated strains of *Candida Albicans* in the kidneys of normal and cortisone-treated mice by chitin assay. 67(3) : 173-177.

White, L.O. *et al.* 1983. Estimation of *Absidia ramosa* infection in the brain and kidneys of cortisone-treated mice by chitin assay. Mycopathologia. 63(3) : 177-179.

ภาคผนวก



ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 650 นม. และปริมาณกลูโคซามีนมาตราฐาน