โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

Optimization for growth and fruiting body production of

Phellinus rimosus (Berk.) Cooke

ชื่อนิสิต พรรษมน จิตรัตน์โกศล **เลขประจำตัวนิสิต** 6032136723

ภาควิชา พฤกษศาสตร์

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

นางสาวพรรษมน จิตรัตน์โกศล

6032136723

โครงงานวิทยาศาสตร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2563

Optimization for growth and fruiting body production of *Phellinus rimosus* (Berk.) Cooke

Miss Passamon Jitratkosol

6032136723

A Senior Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement

For the Degree of Bachelor of Science

Botany program, Department of Botany

Faculty of Science, Chulalongkorn University

Academic Year 2020

ชื่อโครงงานวิทยาศาสตร์ (ภาษาไทย)	ภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน
โครงงานวิทยาศาสตร์ (ภาษาอังกฤษ)	Optimization for growth and fruiting body production of *Phellinus rimosus* (Berk.) Cooke
ชื่อนิสิต	นางสาวพรรษมน จิตรัตน์โกศล
ภาควิชา	พฤกษศาสตร์
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา ปาลิยะวุฒิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรตรา เพียภูเขียว
ปีการศึกษา	2563

ภาควิชาพฤกษศาสตร์อนุมัติให้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา ปาลิยะวุฒิ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรตรา เพียภูเขียว)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี)

ลิขสิทธิ์ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงงาน ภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

ชื่อนิสิต นางสาวพรรษมน จิตรัตน์โกศล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา ปาลิยะวุฒิ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรตรา เพียภูเขียว

ภาควิชา พฤกษศาสตร์

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

เห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus rimosus*) เป็นหนึ่งในเห็ดสมุนไพรที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง และมีฤทธิ์ต้านการก่อกลายพันธุ์ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาภาวะเหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน ได้แก่ ชนิดอาหาร ค่าความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิ จากผลการศึกษาพบว่าเส้นใยที่เจริญเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ pH 7 ให้เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีสูงสุด 7.02±0.14 เซนติเมตร และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยของเห็ดชนิดนี้อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีสูงสุด 6.02±0.16 เซนติเมตร สำหรับการเจริญของเส้นใยในวัสดุเพาะเพื่อใช้เพาะเลี้ยงให้เกิดดอก พบว่าเส้นใยสามารถเจริญได้รวดเร็วที่สุดในสูตรเพาะที่ 1 ที่มีขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยเส้นใยสามารถเจริญเต็มถุงเพาะภายในเวลา 52 วัน ผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดกระถินพิมานต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ : เห็ดกระถินพิมาน, ภาวะเหมาะสม, การเจริญ, การเกิดดอก

Title	Optimization for growth and fruiting body production of *Phellinus rimosus* (Berk.) Cooke.
Student name	Ms. Passamon Jitratkosol
Advisor	Assist. Prof. Dr. Chanita Paliyavuth
Co-Advisor	Assist. Prof. Dr. Jittra Piapukiew
Program	Botany
Department	Botany
Academic year	2020

Abstract

Phellinus rimosus is one of medicinal mushrooms that has been reported to possess antioxidant, anti-inflammatory, antitumor, and antimutagenic activities.The aim of this study was to determine the optimal conditions for growth and fruiting body production of *P. rimosus,* namely, culture media, pH and temperature. The results of this study revealed that the mycelia growing on Potato Dextrose Agar medium at pH 7 gave the highest colony diameter at 7.02±0.14 cm. The optimal temperature for mycelial growth of this mushroom was at 25°C with the highest colony diameter at 6.02±0.16 cm. The optimal condition for mycelial growth on substrate for fruiting body production of this mushroom was found that the mycelial were able to grow the fastest in cultivation formula 1 consisting of 100 percent sawdust within 52 days. The results obtained from this study can be used as information for further development of *P. rimosus* cultivation.

Keyword : *Phellinus rimosus*, Optimization, Growth, Fruiting body production

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิตา ปาลิยะวุฒิ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตรตรา เพียภูเขียว อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานร่วม ที่ให้คำแนะนำ ให้การปรึกษา ให้ความกรุณา เกี่ยวกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นี้มาโดยตลอด แก้ไขในสิ่งที่ผิดพลาดและช่วยเหลือในการทำงานโดยเสมอมา รวมถึงให้กำลังใจในการทำงาน ทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์นี้มีความสมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี กรรมการสอบโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สละเวลาช่วยแก้ไขตรวจสอบให้โครงงานนี้มีความถูกต้องมากขึ้น

ขอขอบพระคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ทุนสร้างเสริมประสบการณ์ของคณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องพี่ๆ ห้องปฏิบัติการราวิทยา 212 รวมถึงภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ ให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์นี้สามารถดำเนินงานไปได้

ขอขอบคุณคุณพ่อ และเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ และช่วยเหลือในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์นี้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. การตรวจเอกสารเอกสารของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
3. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการศึกษา	8
4. ผลการทดลอง	12
5. อภิปรายผลการทดลอง	18
6. สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	29
ภาคผนวก ก	30
ภาคผนวก ข	32

สารบัญภาพ

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเห็ด *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilát 4

ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตของเห็ดทั่วไปในสกุล hymenomycete 5

ภาพที่ 4.1 ลักษณะโคโลนีของเห็ดกระถินพิมานที่เจริญบนอาหารชนิดต่างๆ 12

ภาพที่ 4.2 กราฟการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารชนิดต่างๆ ในระยะเวลา 30 วัน 13

ภาพที่ 4.3 ลักษณะโคโลนีของเห็ดกระถินพิมานที่เจริญบนอาหาร PDA ระยะเวลา 30 วัน ที่ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ต่างๆ 14

ภาพที่ 4.4 กราฟการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ที่ค่ากรด-เบสแตกต่างกัน ในระยะเวลา 30 วัน 14

ภาพที่ 4.5 ลักษณะโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ค่า pH 7 ในระยะเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิต่างๆ 15

ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกันในระยะเวลา 30 วัน 16

ภาพที่ 4.7 ลักษณะการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานที่เจริญในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ระยะเวลา 30 วัน 17

ภาพที่ 4.8 กราฟการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน ในระยะเวลา 30 วัน 17

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เห็ดกระถินพิมาน (*Phellinus rimosus*) หรือ เห็ดเกือกม้า เป็นเห็ดจัดอยู่ในไฟลัม Basidiomycota วงศ์ Hymenochaetaceae อยู่ในกลุ่มของเห็ดหิ้ง (polypores) ลักษณะเนื้อของดอกเห็ดแข็งกระด้างคล้ายเนื้อไม้ ไม่มีก้านดอก สร้างสปอร์อยู่ในรูพรุนบริเวณใต้หมวกเห็ดจำนวนมาก อาศัยเกาะอยู่กับต้นไม้ในป่าเบญจพรรณ โดยได้อาหารมาจากการดำรงชีวิตเป็น saprophyte หรืออาจเป็นปรสิตกับต้นไม้ ส่วนมากพบเจริญอยู่ตามซากขอนไม้ที่ตายแล้ว เห็ดชนิดนี้ไม่นิยมนำมารับประทานเป็นอาหารเนื่องจากมีเนื้อที่แข็ง ดอกเห็ดเป็นสีน้ำตาลจากสีของเส้นใย (Armussa et al., 2005)

ในอดีตที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้เห็ดชนิดนี้เป็นยาสมุนไพร ซึ่งชาวญี่ปุ่นและจีนนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ถือเป็นสมุนไพรโบราณที่สำคัญชนิดหนึ่ง เนื่องจากเห็ดชนิดนี้มีฤทธิ์ทางยาสูง มีการสะสมของสารพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งเป็นสารประกอบจำพวกคาร์โบไฮเดรตประกอบกันเป็นสายยาว (Lovegrove et al., 2017) โดยพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากธรรมชาติมีสรรพคุณทางยาสามารถนำมาใช้ทางการแพทย์ได้ เช่น ช่วยต้านมะเร็ง ลดน้ำตาลในเลือด เพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย (Maingam et al., 2017) นอกจากนี้การศึกษาที่ผ่านมายังแสดงให้เห็นอีกว่าพอลิแซ็กคาไรด์สามารถฟื้นฟูเนื้อเยื่อได้อีกด้วย สารพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบมากในดอกเห็ดคือ เบต้ากลูแคน (β- glucan) ซึ่งมีองค์ประกอบสายโซ่หลักเป็น β-(1→3)-glucans และ β-((1→6) เป็นโซ่กิ่ง มีสารโปรตีโอไกลแคน (proteoglycan) ที่มีคุณสมบัติต้านทานมะเร็งเช่นกัน (Friedman, 2016; Li et al., 2018)

ปัจจุบันเห็ดกระถินพิมานได้รับความสนใจและความนิยมอย่างมาก เนื่องมาจากความสามารถในการให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีสรรพคุณทางยาดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนิยมนำมาต้มรับประทานหรือนำมาสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อใช้ทางเภสัชกรรมหรือทางการแพทย์ โดยใช้สารที่สกัดได้ร่วมกับการทำเคมีบำบัดรักษาโรคมะเร็ง เช่น การทำเคมีบำบัดเพื่อรักษามะเร็งตับอ่อน (Lee et al., 2019) การเพาะเลี้ยงเห็ดกระถินพิมานยังมีไม่แพร่หลายมากนัก ทั้งนี้เพราะเห็ดชนิดนี้มีการเจริญเติบโตที่ช้าและใช้เวลานานในการที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิต (Prayook et al., 2013) ทำให้การเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้มีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จน้อย ดอกเห็ดกระถินพิมานที่มีขายกันจึงมักเป็นดอกเห็ดที่เก็บได้จากธรรมชาติซึ่งนับวันเริ่มลดน้อยลงมาก จึงทำให้เห็ดชนิดนี้มีราคาที่แพงมาก ดังนั้นการศึกษาหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของเส้นใย ได้แก่ ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ ความเป็นกรด-เบส อุณหภูมิ รวมทั้งวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเจริญและการเกิดดอกเห็ด จึงเป็นเรื่อง

สำคัญที่จะส่งผลให้การเพาะเลี้ยงเห็ดกระถินพิมานประสบผลสำเร็จ และเป็นการสร้างรายได้ให้กับผู้เพาะปลูกเป็นอย่างมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อหาภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเจริญและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน เพื่อนำไปพัฒนาเพิ่มจำนวนทางการค้าได้

บทที่ 2
การตรวจเอกสารของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของเห็ดกระถินพิมาน

เห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) ได้รับความสนใจและได้รับความนิยมในช่วงที่ผ่านมา เนื่องจากเห็ดชนิดนี้มีรายงานว่าอุดมไปด้วยสารประกอบที่มีคุณค่าสรรพคุณทางยาหลายอย่าง ซึ่งสกัดได้จากธรรมชาติ โดยเฉพาะสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์ มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชัน (antioxidation) ซึ่งการเกิดออกซิเดชันทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้ โดยมีงานวิจัยศึกษาว่าสารสกัดที่ได้จากเห็ดชนิดนี้มีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ต้านสารพิษที่มีฤทธิ์ต่อตับ (antihepatotoxic) ต้านการอักเสบ (anti-inflammatory) ต้านมะเร็ง (antitumor) และต้านการก่อกลายพันธุ์ (antimutagenic) (Ajith and Janardhanan, 2002, 2003, 2011) ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาและศึกษาเพื่อใช้ในทางเภสัชกรรมและทางการแพทย์ได้ ปัจจุบันมีการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์โดยใช้สารสกัดที่ได้จำพวกสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารชนิดนี้พบมากในเห็ดกระถินพิมาน จึงมีการซื้อขายกันในท้องตลาดทั้งในไทยและต่างประเทศ (Ganeshpurkar et al., 2010)

2.2 เห็ดกระถินพิมาน

อนุกรมวิธานของ *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilát (Pilat, 1940)

Kingdom Fungi

Phylum Basidiomycota

Class Agaricomycetes

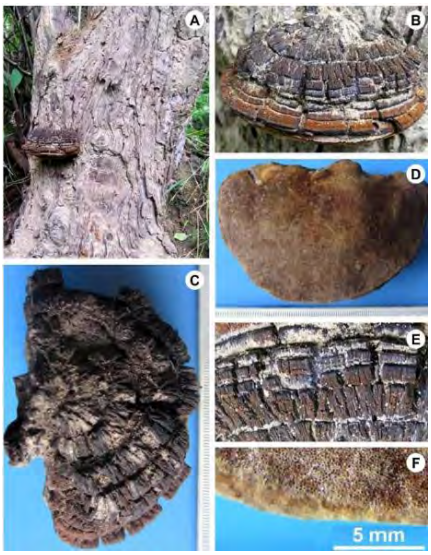
Order Hymenochaetales

Family Hymenochaetaceae

Genus *Phellinus* Quél.

Species *Phellinus rimosus*

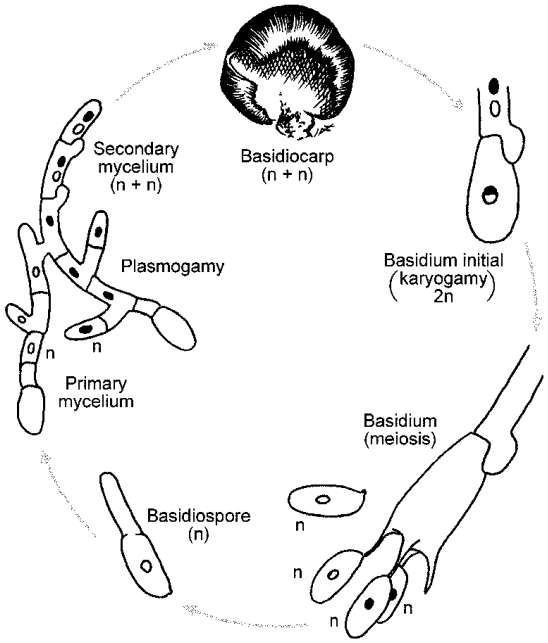
เห็ดกระถินพิมาน (ภาพที่ 2.1) จัดอยู่ในไฟลัม Basidiomycota เป็นเห็ดชนิดที่สร้างหมวกทรงครึ่งวงกลมแต่ไม่มีก้านดอก พบขึ้นอยู่ตามต้นไม้ในป่า หรือซากขอนไม้ เนื่องจากไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ อาศัยการย่อยสลายของซากไม้เพื่อเป็นอาหารในการดำรงชีวิต บริเวณใต้หมวกเห็ดมีรูพรุนสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเทาจำนวนมากเป็นที่อยู่ของสปอร์สำหรับการขยายพันธุ์ ดอกมีความหนาและแข็ง สีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม พบรอยแยกบริเวณของดอกเห็ดจำนวนมาก ทำให้มีความขรุขระไม่สม่ำเสมอกัน สามารถพบทั้งในแถบทวีปเอเชียหรือยุโรป



ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเห็ด *Phellinus rimosus* (Berk.) Pilát (Parihar et al., 2019) ลักษณะการอยู่อาศัย (A), ลักษณะพื้นผิว (A) (C) (E), ลักษณะที่อยู่ของสปอร์ (D) (F)

2.3 วงจรชีวิตของเห็ด *P. rimosus*

วงจรชีวิตของเห็ด (ภาพที่ 2.2) แสดงถึงพัฒนาการที่มีทั้งในการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในและภายนอก โดยเริ่มจากช่วงที่เป็นสปอร์ (spore) ซึ่งอาศัยอยู่บนโครงสร้างที่เรียกว่าเบสิเดียม (basidium) ซึ่งอยู่ใต้หมวกเห็ด บริเวณที่เป็นรูพรุน เมื่อสปอร์ไปตกบริเวณที่มีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญ จะเกิดการงอก ของเส้นใยออกมาจากสปอร์ เรียกว่าเส้นใยระยะเริ่มต้น หรือ primary mycelium ลักษณะของ นิวเคลียสเป็น haploid (n) จากนั้นเมื่อเส้นใยที่มีจีโนไทป์แตกต่างกันมาผสมกัน เกิดโครงสร้างเชื่อมต่อกันคล้ายตะขอที่เรียกว่า แคลมป์คอนเนกชัน (clamp connection) เกิดพลาสโมแกมี (plasmogamy) ทำให้ไซโตพลาสซึมของทั้งสองเซลล์ที่มาจากเส้นใยที่มีจีโนไทป์ต่างกันมารวมกัน ทำให้นิวเคลียสในแต่ละเซลล์อยู่รวมกัน จึงมี 2 นิวเคลียสใน 1 เซลล์ เกิดเป็นเส้นใยระยะที่ 2 (secondary mycelium) ลักษณะของนิวเคลียสเป็น n+n และพัฒนาเป็นเส้นใยระยะที่ 3 (tertiary mycelium) ซึ่งมีโครงสร้างของเส้นใยสานกันแน่นและเหนียวเพื่อพัฒนาเป็นดอกเห็ด โดยเส้นใยที่รวมตัวกันแน่นจะพัฒนาเป็นโครงสร้างของเบสิเดียม ภายในมีนิวเคลียส 2 นิวเคลียสที่แตกต่างกัน นิวเคลียสทั้งสองจะเกิดการรวมตัวกัน (karyogamy) ได้นิวเคลียสแบบ diploid (2n) จากนั้นเมื่อเกิดงงการแบ่งเซลล์แบบ meiosis จะทำให้ได้นิวเคลียส 4 นิวเคลียส เป็น haploid (n) ซึ่งจะแยกกันไปอยู่ในแต่ละเบสิดิโอสปอร์ (basidiospore) เมื่อมีภาวะที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์เบสิดิโอสปอร์ที่หลุดออกก็จะสามารถสร้างเส้นใยเพื่อเจริญต่อไปได้ (Hood, 2006; ยุวดี อินสำราญ และคณะ, 2556)



ภาพที่ 2.2 วงจรชีวิตของเห็ดทั่วไปในวงศ์ Basidiomycota (Hood, 2006).

2.4 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเจริญของเห็ด

2.3.1 อาหาร

เห็ดไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ เนื่องจากไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ จึงทำให้ต้องการแหล่งอาหารที่เหมาะสมจากภายนอก โดยมีธาตุอาหารสำคัญที่ไม่มีองค์ประกอบของโลหะ (Essential nonmetallic element) คือ คาร์บอน ไนโตรเจร ไฮโดรเจน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์ ส่วนของธาตุอาหารสำคัญที่มีโลหะเป็นองค์ประกอบ คือ โพแทสเซียม แมกนีเซียม โดยมีกลุ่มของธาตุที่จำเป็นแต่ต้องการในปริมาณน้อย (trace element) คือ เหล็ก สังกะสี แมงกานีส คอปเปอร์ โมลิบดินัม และแคลเซียม ส่วนประกอบของอาหารจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการเจริญของเห็ด ซึ่งประกอบด้วย แหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน วิตามิน และแร่ธาตุ (Chang and Miles, 2004)

แหล่งคาร์บอน (carbon source) สารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้จากน้ำตาลชนิดต่างๆ ช่วยในเรื่องโครงสร้างและมอบพลังงานให้กับเซลล์ เห็ดมีความหลากหลายในการใช้แหล่งคาร์บอนแต่ละรูปแบบ อาจใช้พอลิแซคคาไรด์ (polysaccharide) มอนอแซคคาไรด์ (monosaccharide) หรือไดแซคคาไรด์ (disaccharide) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ เช่น ลิกนิน (lignin) เซลลูโลส (cellulose) เป็นแหล่งคาร์บอนได้เช่นกัน (Chang and Miles, 2004; Khan and Chandra, 2017) มีการศึกษาในเห็ดสกุล *Phellinus* พบว่า

สามารถโตได้ดีในอาหารชนิด Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA) หรือ Glucose-Peptone Agar (GP) แตกต่างกันไป (Jo et al., 2006; Gyoung et al., 2013)

แหล่งไนโตรเจน (nitrogen source) ใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน พิวรีน (purines) และไพริมิดีน (pyrimidines) เห็ดสามารถใช้ไนโตรเจนในรูปของสารอนินทรีย์ (inorganic) เช่น แอมโมเนียม ไนเตรต ไนไตรท์ และยูเรีย รวมถึงไนโตรเจนในรูปของสารอินทรีย์ (organic) จำพวกกรดอะมิโน เช่น แอสพาราจีน เปปโทน เป็นต้น (Chang and Miles, 2004)

วิตามิน (vitamin) เป็นโมเลกุลสารอินทรีย์ที่ต้องการปริมาณไม่มาก มีความสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาและทำงานในรูปแบบของโคเอนไซม์ (coenzyme) ช่วยในการทำงานของเอนไซม์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วิตามินที่เห็ดทั่วไปต้องการในการเจริญคือ วิตามินบี 1 หรือไทอะมีน (thiamine) เป็นโคเอนไซม์ของคาร์บอกซิเลส ควบคุมการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต (Chang and Miles, 2004)

แร่ธาตุ (minerals) มีความสำคัญในการรักษาสมดุล และกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ เช่น โพแทสเซียม เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต แมกนีเซียม เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญ ATP ในอาหารจะอยู่ในรูปของแมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$) (Chang and Miles, 2004)

2.3.2 สภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเป็นสิ่งสำคัญ มาจากปัจจัยทั้งกายภาพและชีวภาพ สิ่งเหล่านี้กระตุ้นให้เห็ดเจริญได้อย่างเป็นปกติและมีคุณภาพที่ดี เห็ดแต่ละชนิดมีความต้องการที่แตกต่างกันไป ประกอบด้วย อุณหภูมิ แสง ความชื้น การเติมอากาศ และแรงโน้มถ่วง (Carrasco et al., 2018)

อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิที่เหมาะสมทำให้เห็ดเจริญได้ดี เห็ดแต่ละชนิดมีอุณหภูมิที่เหมาะสมแตกต่างกัน สามารถกำหนดความอยู่รอดและกระตุ้นให้เกิดการขยายพันธุ์ได้ เนื่องจากอุณหภูมิจะส่งผลต่อเอนไซม์ โดยอุณหภูมิที่สูงสามารถกระตุ้นให้เอนไซม์ทำงานได้มากขึ้น แต่หากอุณหภูมิสูงมากเกินไปจะทำให้เอนไซม์ถูกยับยั้งได้เช่นเดียวกันกับในกรณีที่อุณหภูมิต่ำเกินไป ซึ่งได้มีการศึกษาในเห็ดกระดุม (*Agaricus bisporus*) มาก่อนหน้านี้ (Flegg, 1968; Jodon et al., 1981; McCORD and Kilara, 1983; Chang and Miles, 2004) โดยมีการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดแต่ละชนิดเพื่อให้เห็ดสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ซึ่งเห็ดในสกุล *Phellinus* มีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในระยะของเส้นใยอยู่ในช่วง 20-25 องศาเซลเซียส และสามารถเพาะให้เกิดดอกได้

ในอุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส (Hur et al, 2008)

แสง (light) มีผลต่อการเจริญและพัฒนาดอกเห็ด ทำให้มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของเห็ดถึงแม้ว่าแสงจะมีผลไม่มากนักต่อการเจริญ แต่แสงที่มากเกินหรือแรงเกินไปสามารถยับยั้งการเจริญหรือทำให้เส้นใยเห็ดตายได้ ซึ่งมีการศึกษามาแล้วในเห็ดนางรมสีขาว (white oyster mushroom) และเห็ดนางรมสีเทา (grey oyster mushroom) พบว่าช่วงคลื่นแสงที่ต่างกันจะส่งผลต่อการเจริญแตกต่างกัน (Roshita and Goh, 2018)

ค่ากรด-เบส (pH) เห็ดแต่ละชนิดมีต้องการค่าความเป็ดกรด-เบสที่แตกต่างกันในการเจริญเติบโต ส่งผลต่อการพัฒนาของเส้นใยและดอก หากความเข้มข้นของกรดหรือเบสมากเกินไปจะทำให้เส้นใยไม่สามารถเจริญหรือเจริญได้น้อยลง (Sultana et al., 2018)

ความชื้น (moisture) เห็ดต้องการระดับความชื้นที่สูง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสร้างดอกเห็ด โดยทั่วไปจะต้องการอยู่ในระดับ 80 จนถึง 90 เปอร์เซ็นต์ หากความชื้นในอาหารมากเกินไปจะส่งผลให้เส้นใยหายใจได้ยากขึ้น เกิดการยับยั้งการสร้างดอกเห็ดและการขับน้ำออก (perspiration) (Bellettini et al., 2019)

อากาศ (Aeration) เห็ดต้องการออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม โดยต้องระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ส่งผลต่อการพัฒนาของดอกเห็ด เมื่อความเข้มข้นมากดอกเห็ดจะ เกิดความผิดปกติที่สามารถสังเกตได้ คือ ก้านดอกเห็ดจะมีการยืดตัวมากกว่าปกติและมีการพัฒนาหมวก เห็ดที่น้อยกว่าปกติ (Lambert, 1933; Lee et al., 2012)

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงาน

3.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

ตู้ถ่ายเชื้อ (Laminar flow)	CLEAN	LAB SERVICE
ตู้บ่มเชื้อ 20 องศาเซลเซียส (Incubator)		BINDER, Germany
ตู้บ่มเชื้อ 25 องศาเซลเซียส (Incubator)	ZSD-A1090A	ZHICHENG, China
ตู้บ่มเชื้อ 30 องศาเซลเซียส (Incubator)	VS-8480SFN	VISION, Korea
ตู้บ่มเชื้อ 35 องศาเซลเซียส (Incubator)	650G	Fisher Scientific
หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave)	SX-500E	TOMY, Japan
กล้องจุลทรรศน์ (Light microscope)	CX23	OLYMPUS, Japan
เครื่องชั่งละเอียด		Kern & Sohn, Germany
เครื่องแก้ว		
เครื่องชั่งละเอียด	ATX224	SHIMADZU, Japan
เครื่องชั่งสปริง	KS-023	RRS
ตู้เย็น		SANYO
เครื่องวัดค่ากรด-เบส	pH700	EUTECH Instruments, Singapore
อลูมิเนียมฟรอยด์ (Aluminum foil)		Diamond, USA
พาราฟิล์ม (Parafilm)		Bemis, USA
ไมโครเวฟ (Microwave)		Goldstar, Korea
ที่เจาะจุกคอร์ก (Cork borer) เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร		

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

Ethanol	Sydney Solvents, Australia
70% Alcohol	D.P. cosmetic Co., Ltd., Thailand

3.3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.3.1 การเพาะเลี้ยงและเพิ่มจำนวนเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

เพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระถินพิมานที่ได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.จิตรตรา เพียภูเขียว บนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด PDA ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน นำเส้นใยที่เพิ่มจำนวนนี้ไว้ใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3.2 การทดสอบหาภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

3.3.2.1 ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ

ทดสอบความสามารถในการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง 5 สูตร ได้แก่ Potato dextrose agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), Modified Melin-Norkrans (MMN), Glucose peptone (GP) และ Pridham-Gottlieb (PG) pH 6 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 5 ซ้ำ เก็บผลการทดลองโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยทุก 5 วัน เป็นเวลา 30 วัน คัดเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้การเจริญของเส้นใยดีที่สุดใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3.2.2 ความเป็นกรด-เบสของอาหารเลี้ยงเชื้อ

ทดสอบหาความเป็นกรด-เบสของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน โดยเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในการทดลองข้อ 3.3.2.1 ที่ความเป็นกรด-เบส ได้แก่ pH 4, 5, 6, 7 และ 8 โดยใช้ Hydrochloric acid (HCL) ความเข้มข้น 28 เปอร์เซ็นต์ และ Sodium hydroxide (NaOH) 1 นอร์มอล บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน เก็บผลการทดลองโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยทุกๆ 5 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ คัดเลือกค่าความเป็นกรด-เบสที่ให้การเจริญของเส้นใยดีที่สุดใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

3.3.2.3 อุณหภูมิ

ทำการทดสอบหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน โดยเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในการทดลองข้อ 3.3.3.1 ที่ความเป็นกรด-เบสที่คัดเลือกได้จากการทดลองที่ 3.3.2.2 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน เก็บผลการทดลองโดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยทุก 5 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 ซ้ำ

3.3.3 การทดสอบสูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

3.3.3.1 การเตรียมหัวเชื้อข้าวฟ่าง

เลี้ยงเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง pH และอุณหภูมิที่คัดเลือกได้จากการทดลองข้อ 3 เป็นเวลา 10 วัน นำชิ้นวุ้นเส้นใยย้ายลงมาเลี้ยงในข้าวฟ่างที่แช่น้ำ 1 คืนและผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที บ่มเชื้อที่อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นเวลา 10 วัน นำหัวเชื้อเห็ดที่เจริญในข้าวฟ่างไว้ใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.3.3.2 การเตรียมวัสดุเพาะในถุงพลาสติก

เตรียมวัสดุเพาะเห็ดสูตรต่างๆ ดังนี้

สูตร 1 ประกอบด้วย ขี้เลื่อย 100 เปอร์เซ็นต์

สูตร 2 ประกอบด้วย ขี้เลื่อย 92 เปอร์เซ็นต์ รำข้าว 5 เปอร์เซ็นต์ ปูนขาว 1 เปอร์เซ็นต์ ยิปซั่ม 0.5 เปอร์เซ็นต์ ดีเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ และน้ำตาลทราย 1 เปอร์เซ็นต์

สูตร 3 ประกอบด้วย ขี้เลื่อย 93 เปอร์เซ็นต์ รำข้าว 5 เปอร์เซ็นต์ ปูนขาว 1 เปอร์เซ็นต์ ยิปซั่ม 0.5 เปอร์เซ็นต์ และดีเกลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์

ปรับความชื้นของวัสดุเพาะผสมด้วยน้ำประมาณ 60-65 เปอร์เซ็นต์ นำส่วนผสมแต่ละสูตรใส่ในถุงพลาสติกถุงละ 1 กิโลกรัม นึ่งฆ่าเชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใส่หัวเชื้อข้าวฟ่างลงในถุงขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม วางแผนการทดลองแบบ CRD สูตรละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ก้อน เก็บผลการเจริญของเส้นใยโดยวัดหาค่าเฉลี่ยความยาวของเส้นใยในวัสดุเพาะทุก 5 วัน จนเส้นใยเจริญเต็มถุง

3.3.3.4. การเปิดดอกและเก็บผลผลิตดอกเห็ด

นำถุงก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละสูตรที่มีเส้นใยเจริญเต็มถุงไปทำการเปิดดอกหรือกระตุ้นให้เกิดดอกในโรงเพาะชำที่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 90-95 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส สังเกตดอกเห็ดที่เกิดขึ้น คำนวณหาผลผลิตของดอกเห็ดในรูปของค่า Biological efficiency ดังนี้

$$\text{Biological efficiency (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักสด}}{\text{น้ำหนักแห้งของวัสดุเพาะ}} \times 100$$

3.3.3.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

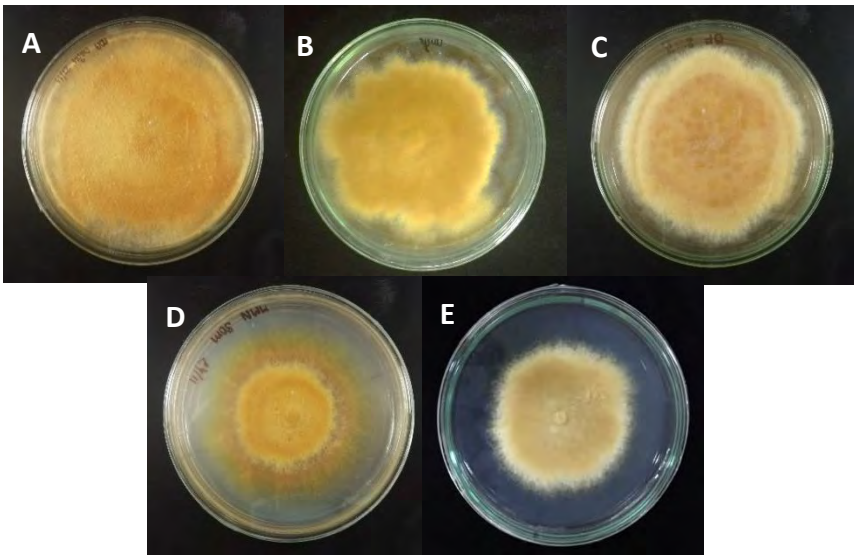
เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละชุดการทดลองโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics ของ SPSS: An IBM Company, United States ด้วยวิธีการทำ One-way ANOVA เปรียบเทียบที่นัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และ Duncan's Multiple Range Test

บทที่ 4
ผลการทดลอง

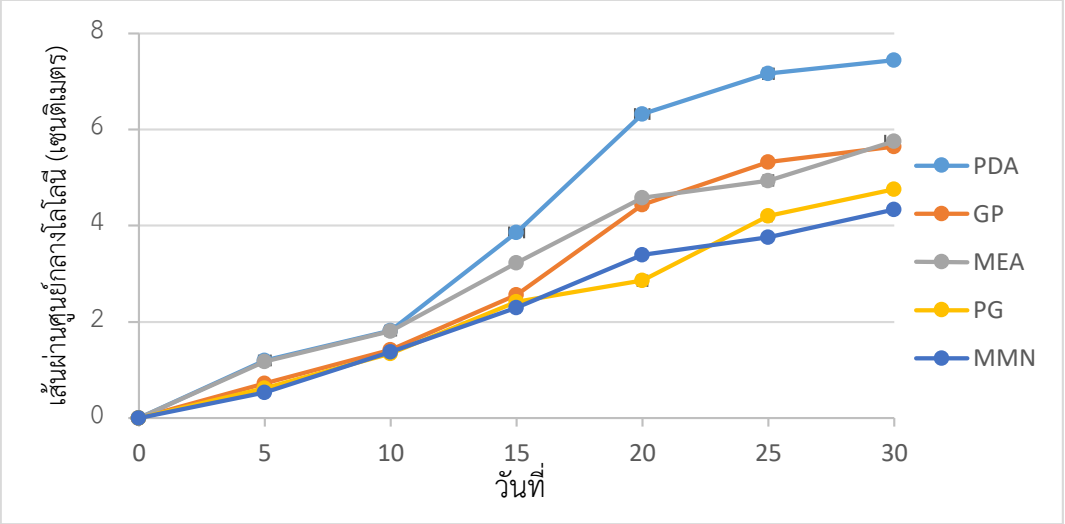
4.1 การทดสอบหาภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

4.1.1 ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ

เมื่อทดสอบชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานทั้ง 5 ชนิด คือ PDA GP MEA MMN และ PG ในเวลา 30 วัน พบว่าชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีสูงที่สุดเรียงจากมากไปน้อยคือ PDA MEA GP PG และ MMN ตามลำดับ (ภาพที่ 4.1) โดยอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี 7.44±0.11 เซนติเมตร MEA ให้ 5.78±0.34 เซนติเมตร GP ให้ 5.64±0.15 เซนติเมตร PG ให้ 4.76±0.15 เซนติเมตร และ MMN ที่ 3.78±0.34 เซนติเมตร ในระยะเวลา 30 วัน เส้นใยบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีมากกว่าอาหารเลี้ยงเชื้อทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาหารเลี้ยงเชื้อ MEA และ GP ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนอาหารเลี้ยงเชื้อ PG และ MMN แตกต่างจากอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.2, ตารางภาคผนวกที่ 4)



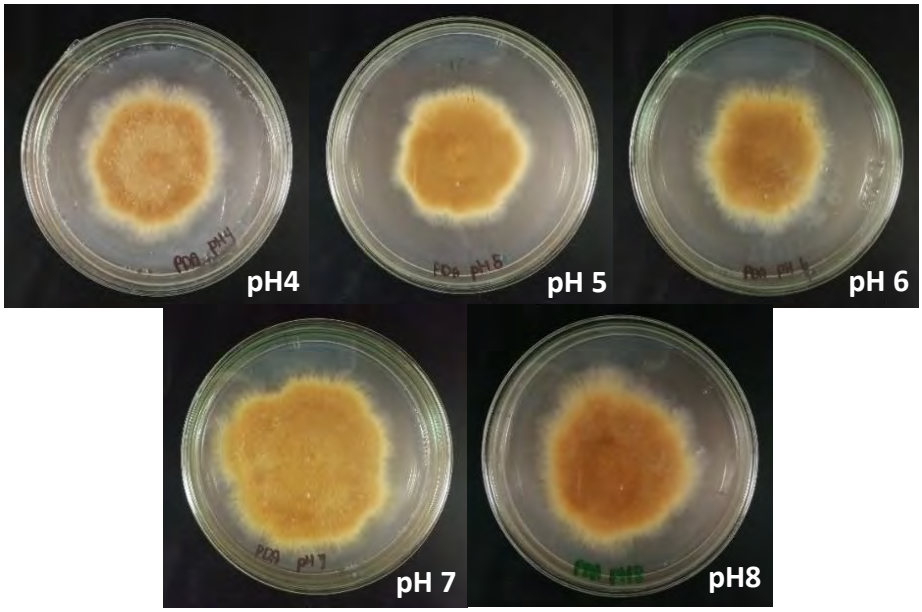
ภาพที่ 4.1 ลักษณะโคโลนีของเห็ดกระถินพิมานที่เจริญบนอาหาร PDA (A), GP (B), MEA (C) MMN (D) และ PG (E) ระยะเวลา 30 วัน



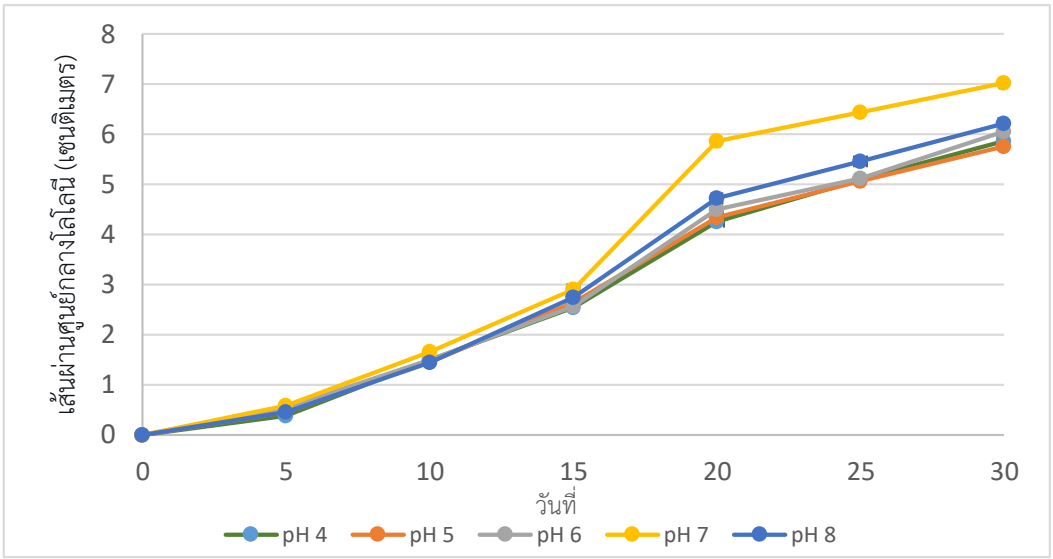
ภาพที่ 4.2 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารชนิดต่างๆ ในระยะเวลา 30 วัน

4.1.2 ความเป็นกรด-เบสของอาหารเลี้ยงเชื้อ

เมื่อทดสอบความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ในเวลา 30 วัน พบว่าความเป็นกรด-เบสที่ ให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีสูงที่สุดเรียงจากมากไปน้อยคือ 7, 8, 6, 4 และ 5 (ภาพที่ 4.3) โดยความเป็นกรด-เบส 7 ให้ค่าเฉลี่ยความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 7.02±0.14 เซนติเมตร ค่ากรด- เบส 8 ที่ 6.22±0.19 เซนติเมตร ค่ากรด-เบส 6 ที่ 6.06±0.20 เซนติเมตร, ค่ากรด-เบส 4 ที่ 5.86±0.23 เซนติเมตร และ ค่ากรด-เบส 5 ที่ 5.76±0.11 เซนติเมตร หลังจาก 15 วันจะเห็นความแตกต่างของการเจริญของเส้นใยชัดเจนมาก แตกต่างจากค่ากรด-เบสทุกค่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่ากรดเบส 4 เมื่อเทียบกับ 5 และ 6 ให้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่ากรด-เบส 6 เมื่อเทียบกับ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.4, ตารางภาคผนวกที่ 8)



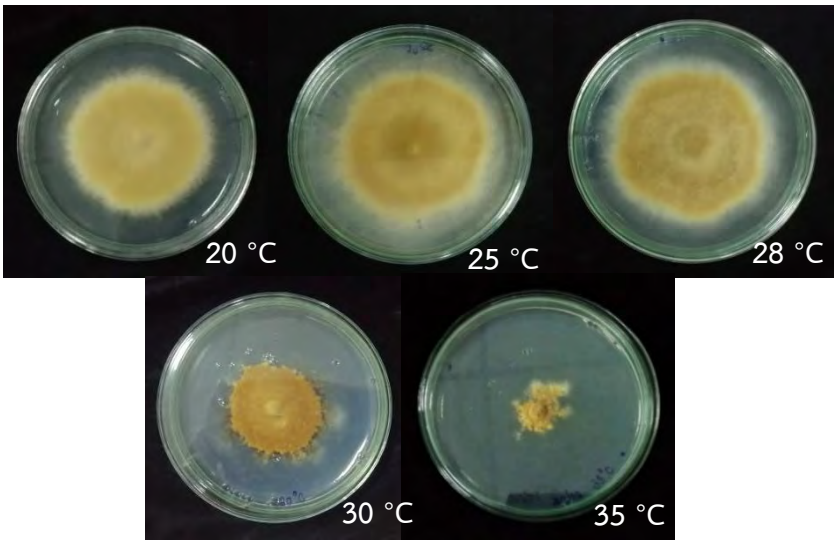
ภาพที่ 4.3 ลักษณะโคโลนีของเห็ดกระถินพิมานที่เจริญบนอาหาร PDA ระยะเวลา 30 วัน ที่ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) ต่างๆ



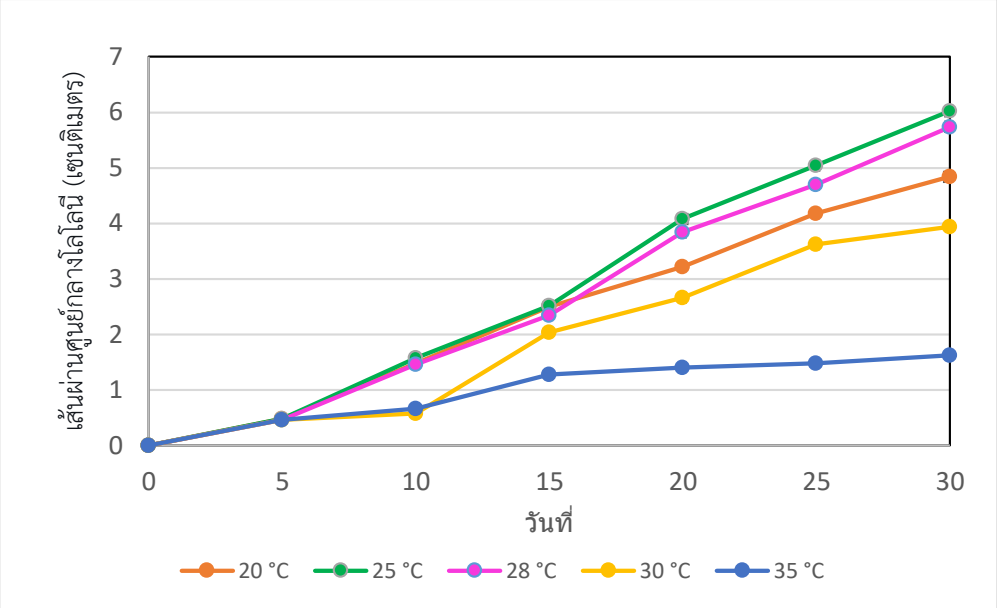
ภาพที่ 4.4 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ที่ค่ากรด-เบสแตกต่างกันในระยะเวลา 30 วัน

4.1.3 อุณหภูมิ

เมื่อทดสอบอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานที่เจริญบนอาหาร PDA ค่ากรด-เบส 7 ในเวลา 30 วัน พบว่าอุณหภูมิที่ให้ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีสูงที่สุดเรียงจากมากไปน้อยคือ 25, 28, 20, 30 และ 35 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.5) เส้นใยเห็ดกระถินพิมานเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยมีค่าเฉลี่ยความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเป็น 6.02±0.16 เซนติเมตร รองลงมาคือ 28 องศาเซลเซียส ให้ค่าเฉลี่ย 5.74±0.26 เซนติเมตร 20 องศาเซลเซียส ให้ค่าเฉลี่ยที่ 4.84±0.20 เซนติเมตร 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าเฉลี่ยที่ 3.94±0.11 เซนติเมตร และเส้นใยเห็ดกระถินพิมานเจริญได้น้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสที่ ให้ค่าเฉลี่ยที่ 1.62±0.44 เซนติเมตร การเจริญของเส้นใย 5 วันแรกไม่แตกต่างกันแต่หลังจากนั้นจะเห็นความแตกต่างที่ชัดเจนขึ้น ในระยะเวลา 30 วัน ทุกอุณหภูมิให้ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.6, ตารางภาคผนวกที่ 12)



ภาพที่ 4.5 ลักษณะโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ค่า pH 7 ในระยะเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิต่างๆ



ภาพที่ 4.6 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกันในระยะเวลา 30 วัน

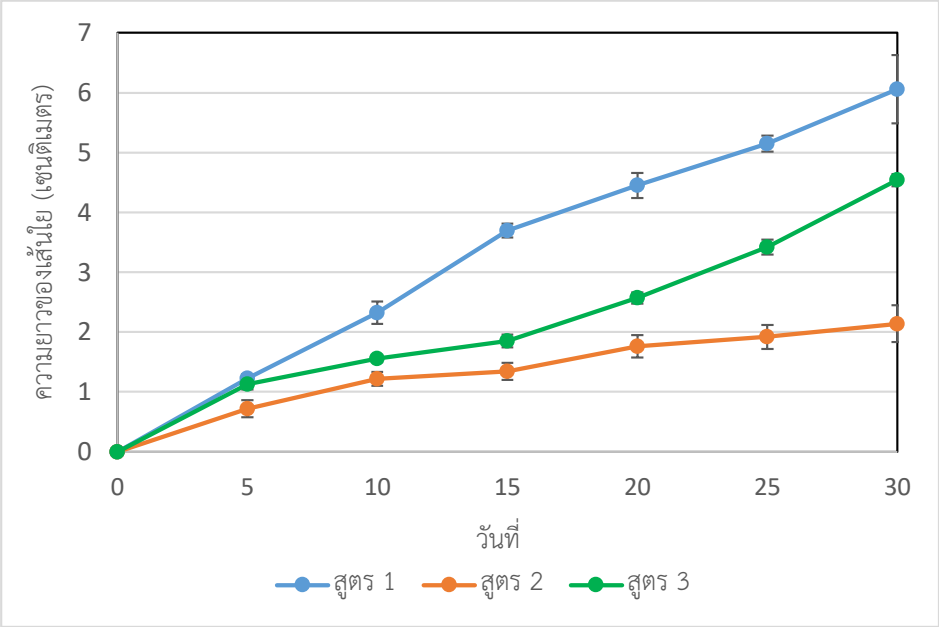
4.2 การทดสอบสูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยและการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

4.2.1 การเปิดดอกและเก็บผลผลิตดอกเห็ด

จากการทดสอบความสามารถในการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนวัสดุเพาะในการกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ดจำนวน 3 สูตร ระยะเวลา 30 วัน (ภาพที่ 4.7) พบว่าเส้นใยเห็ดกระถินพิมานสามารถเจริญ ได้ดีที่สุดในวัสดุเพาะสูตรที่ 1 รองลงมาคือ สูตรที่ 3 และ 2 ตามลำดับ โดยพบว่าเส้นใยมีอัตราการเจริญเฉลี่ย 0.15±0.06 เซนติเมตร/วัน 0.10±0.03 เซนติเมตร/วัน และ 0.04±0.01 เซนติเมตร/วัน ตามลำดับ ซึ่งแต่ละสูตรให้ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใยเรียงจากมากสุดไปน้อยสุดคือ สูตร 1 3 และ 2 (ภาพที่ 4.8, ตารางภาคผนวกที่ 15) สูตร 1 ให้ค่าเฉลี่ยความยาวเส้นใย 6.06±0.59 เซนติเมตร สูตร 3 ให้ค่าเฉลี่ย 4.54±0.30 เซนติเมตร และสูตร 2 ให้ค่าเฉลี่ย 2.14±0.32 เซนติเมตร ซึ่งทุกสูตรให้ค่าความยาวของเส้นใยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางภาคผนวกที่ 18) โดยใช้เวลา 52 วัน เส้นใยจึงเจริญเต็มถุงเพาะ ในส่วนของการเปิดดอกนั้นยังไม่สามารถดำเนินการทดลองต่อได้ ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาผลผลิตของดอกเห็ดในรูปของค่า Biological efficiency ได้

สูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3

ภาพที่ 4.7 ลักษณะการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานที่เจริญในวัสดุเพาะสูตรต่างๆ ระยะเวลา 30 วัน



ภาพที่ 4.8 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในวัสดุเพาะที่แตกต่างกันในระยะเวลา 30 วัน

บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

5.1 การทดสอบหาภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

ในการทดสอบอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในการทดลองนี้คือ PDA ซึ่งใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท natural media ไม่ทราบส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน อาจมีสารจากธรรมชาติบางชนิดในมันฝรั่งที่เห็ดชนิดนี้ชอบ ซึ่งมีผลต่อการเจริญของเส้นใย ใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลกลูโคส โดยมีงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า PDA สามารถทำให้เส้นใยเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อทดสอบกับ *P. noxius* และ *P. baumii* (Ann et al., 2002; Gyoung et al., 2013) ซึ่งเป็นเห็ดสกุลเดียวกันกับในการทดลองนี้ และงานวิจัยของ Heo, (2004) รายงานว่า *P. bicuspidarus P. johnsoniarus P. pomaceus* และ *P. baumii* เจริญได้ดีที่สุดบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เช่นเดียวกัน อีกทั้งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ยังเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้รับความนิยมและใช้เลี้ยงเชื้อกันโดยทั่วไป (Chang and Quimio, 1982) แต่สารอาหารอาจมีมากไปและไม่เหมาะสมสำหรับเห็ดบางชนิดด้วยเช่นกัน (Devi et al., 2018)

อาหารที่ให้ค่าการเจริญของเส้นใยได้ดีรองลงมาเป็นอาหารประเภทอาหารกึ่งสังเคราะห์ (semi-synthetic media) คืออาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้วัตถุดิบที่ทราบองค์ประกอบทางเคมีร่วมกับสารที่ไม่ทราบองค์ประกอบทางเคมีที่แน่นอน ได้แก่ MEA GP PG และ MMN ตามลำดับ (Shaffer and Stevens, 1974) โดย MEA ใช้สารสกัดจากมอลต์ที่ไม่ทราบองค์ประกอบทางเคมี และใช้เพปโทน (peptone) ซึ่งให้กรดอะมิโนและสารประกอบไนโตรเจน (Merck, 1974) สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อ GP มีการใช้สารสกัดจากมอลต์ เพปโทน และยีสต์สกัด (yeast extract) มีองค์ประกอบหลักคือโปรตีนที่เป็นแหล่งไนโตรเจน และมีวิตามินที่ทำหน้าที่เป็นสารประกอบของโคเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของเส้นใยได้ (Nancib et al., 1991) เช่นเดียวกับอาหารเลี้ยงเชื้อ PG ที่ใส่เพปโทน และยีสต์สกัด และอาหารเลี้ยงเชื้อ MMN ที่มีการใส่มอลต์สกัด แต่พบว่าให้ค่าเฉลี่ยการเจริญของเส้นใยที่น้อยกว่า อาจมาจากสารอาหารที่ได้จากวัตถุดิบเหล่านี้ไม่เหมาะสมต่อความต้องการในการเจริญของเห็ดชนิดนี้ เมื่อเทียบสารอาหารที่ได้จากมันฝรั่งในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA

ในการทดสอบค่าความเป็นกรด-เบสที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) ในการทดลองนี้พบว่าค่ากรด-เบสที่เหมาะสมคือ 7 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rew et al. (2000) เมื่อทดสอบค่ากรด-เบสที่เหมาะสมของเส้นใยของ *P. gilvus* พบว่าเจริญได้ดีที่สุดที่ค่ากรด-เบส ช่วง 6.0-7.0 นอกจากนี้งานวิจัยของ Hur et al. (2008) ได้ศึกษาค่ากรด-เบสที่เหมาะสมของ *Phellinus* spp. 13 สายพันธุ์พบว่ามีค่าคือ 7 และงานวิจัยของ Jung et al. (1997) จากการศึกษาค่ากรด-เบสที่เหมาะสมของเส้นใย *P. igniarius* มีค่ากรด-เบสที่เหมาะสมคือ 7

ซึ่งเหมือนกันกับการทดลองนี้ นั่นคือค่ากรด-เบสที่เหมาะสมสำหรับเห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) มีความใกล้เคียงกันกับสายพันธุ์อื่นๆ ในสกุลเดียวกัน

สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดกระถินพิมานในการทดลองนี้ คือ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hur et al, (2008) รายงานว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดสกุล *Phellinus* คือ 25 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตได้น้อยที่สุดที่อุณหภูมิ 15 และ 35 องศาเซลเซียส แต่มีบางชนิด เช่น *P. populicola* และ *P. baumii* ที่เจริญได้ดีในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมของเห็ดสกุลนี้อยู่ที่ช่วง 20-25 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าภาวะเหมาะสมจะทำให้เส้นใยเจริญได้น้องลง เนื่องจากอุณหภูมิมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์การสังเคราะห์วิตามิน และอาจเร่งหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ (Miles and Chang, 1997)

5.2 การทดสอบหาภาวะที่เหมาะสมในการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมาน

การทดลองพบว่าสูตรวัสดุเพาะที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดกระถินพิมานคือ สูตรที่ 1 ที่ใช้ขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว ให้ค่าการเจริญของเส้นใยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองสูตร คือ สูตรที่ 3 มีส่วนผสมคือ รำข้าว ปูนขาว (CaO) ยิปซัม ($CaSO_4{\cdot}2H_2O$) และดีเกลือ ($MgSO_4.7H_2O$) ให้ค่าการเจริญที่รองลงมา และน้อยสุดคือสูตร 2 ที่มีการใส่ธาตุอาหารเช่นเดียวกับสูตร 3 แต่มีการเพิ่มน้ำตาลทรายในสูตร ซึ่งสูตรวัสดุเพาะที่ 1 มีสัดส่วน C/N อยู่ที่ประมาณ 178/1 (Jutarut et al., 2) ในขณะที่สูตรที่ 2 มีการใช้รำข้าวซึ่งเป็นแหล่งไนโตรเจนเพิ่มเข้ามา และมีธาตุอื่นๆ เป็นส่วนผสมร่วมด้วยจึงทำให้มีค่าสัดส่วน C/N ที่น้อยลง เช่นเดียวกันกับสูตรวัสดุเพาะที่ 3 โดยมีค่า C/N อยู่ที่ประมาณ 80/1 (Pornsil et al., 2016) โดยในสูตรวัสดุเพาะที่ 2 แม้ว่าจะมีการใส่น้ำตาลทรายหรือซูโครสเพิ่มแต่กลับทำให้เส้นใยมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าสูตรที่ไม่ใส่น้ำตาล อาจมาจากการที่เห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) นั้นมีน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตที่ไม่ใช่ซูโครส โดยเมื่อสังเกตจากผลการศึกษาเรื่องอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม พบว่าสูตรอาหารที่เหมาะสมนั้น คือ PDA ที่ใช้ส่วนผสมในอาหารเป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเส้นใยสามารถนำไปใช้ได้ง่ายกว่าน้ำตาลทรายที่เป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ นอกจากนี้มีงานวิจัยพบว่าในเห็ดชนิดนี้เมื่อใช้แหล่งคาร์บอนเป็นกลูโคสจะเจริญได้ดีกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส (Chi et al., 1996; Xu et al., 2017) แสดงว่าสูตรที่มีขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียวมีความเหมาะสมมากกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งสูตรที่ 2 และ 3 เป็นสูตรที่ใช้เพาะเห็ดทั่วไป เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้าภูฏาน ซึ่งมีการใส่รำข้าว ปูนขาว ยิปซั่ม และดีเกลือ (ดำเกิง ป้องพาล, 2542; วรรณนา สุวรรณวิจิตร, 2545) โดยงานวิจัยของ Hong et al. (2002) พบว่าเมื่อทดลองเพาะเลี้ยง *P. linteus*

บนขอนไม้จากต้น *Morus alba* หรือต้นมัลเบอร์รี่ซึ่งมีค่า C/N ratio อยู่ที่ 184.6 สามารถเพาะเลี้ยง *P. linteus* ได้เหมาะสมที่สุด อีกทั้งเห็ดชนิดนี้พบเจริญอยู่กับต้นมัลเบอร์รี่ได้อีกด้วย ซึ่งเห็ดในสกุล *Phellinus* โดยทั่วไปนั้นเจริญอยู่ตามต้นไม้หรือขอนไม้ในป่าและยังมีการศึกษาการใช้ขี้เลื่อยเมื่อเทียบกับการใช้ขอนไม้ในการเพาะเลี้ยงเห็ด โดย Jo และคณะ (2007) รายงานว่า การใช้ขี้เลื่อยของไม้ชนิดนั้นๆ เมื่อเทียบกับการใช้เป็นขอนไม้ จะทำให้เชื้อสามารถเจริญได้เร็วมากยิ่งขึ้นถึงสองเท่า เมื่อทดลองกับ *P. gilvus* เนื่องจากเส้นใยของเห็ดสามารถเข้าถึงเนื้อไม้และย่อยสลายได้ง่ายกว่า โดยให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุดเมื่อใช้ขี้เลื่อยจากไม้โอ๊ก Jo และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าเมื่อใส่รำข้าวในขี้เลื่อยไม้โอ๊กทำให้มีอัตราการปนเปื้อนที่สูงมากขึ้นและเจริญได้ช้ากว่าสูตรที่ไม่ใส่รำข้าว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ryu และคณะ (2004) พบว่าเมื่อทำการศึกษาใน *P. baumii* พบว่าการใช้ขี้เลื่อยจากไม้โอ๊กเพียงอย่างเดียวเมื่อเทียบกับการใช้ร่วมกับฝ้าย ให้ผลผลิตที่มากกว่าเมื่อเลี้ยงในขวดพลาสติกขนาด 850 และ 1100 มิลลิลิตร โดยการใช้ขี้เลื่อยอย่างเดียวให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อขวดอยู่ที่ 15±2 กรัม และ 22±5 กรัม และมีค่า biological efficiency (BE) อยู่ที่ 6.5 และ 7.1 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกับฝ้าย พบว่าให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดต่อขวดอยู่ที่ 12±3 และ 16±6 มีค่า BE อยู่ที่ 5 และ 5.1 ตามลำดับ

ขี้เลื่อยที่นิยมใช้ในการเพาะเห็ดในประเทศไทยคือ ขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา เนื่องจากขี้เลื่อยจากยางพารายังมีราคาที่ถูกและหาได้ง่ายตามท้องตลาด เหมาะสำหรับเกษตรกรที่ทำการเพาะเลี้ยงเห็ดจำนวนมาก การที่เมื่อใช้สูตรวัสดุเพาะที่เกษตรกรนิยมใช้กับเห็ดโดยทั่วไป พบว่าให้ผลการเจริญของเส้นใยที่ช้ากว่าเมื่อใช้ขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียว คาดว่ามา จากค่าสัดส่วน C/N ที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดชนิดนี้ เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมาระบุว่าเห็ด ในสกุลนี้ เช่น *P. gilvus* และ *P. linteus* มีการใช้ค่าสัดส่วน C/N ที่สูงมากอยู่ที่ประมาณ 166 และ 184.6 ตามลำดับ (Hong et al., 2002; Jo et al., 2007) สำหรับเห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) มีรายงานพบว่ามักขึ้นอยู่กับต้นแดงและพบขึ้นอยู่กับต้นขนุนเช่นกัน (Ranadive et al., 2014; Iqbal et al., 2017) มีการใช้ขี้เลื่อยจากต้นขนุนในการเพาะเห็ดชิตาเกะ (*Lentinus Edodes*) ซึ่งให้ผลการเจริญของเส้นใยได้ดี (Ashrafuzzaman et al., 2009) แต่ยังไม่มีการศึกษาการใช้ขี้เลื่อยจากต้นไม้สองชนิดนี้กับเห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*)

ในการทดลองภาวะเหมาะสมของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน (*P. rimosus*) นั้นพบว่าส่วนมากมีความใกล้เคียงกับการทดลองภาวะเหมาะสมของเห็ดในสกุลเดียวกันที่ผ่านมา ในด้านของชนิดอาหาร ค่าความเป็นกรด-เบสและอุณหภูมิ ขณะที่ภาวะเหมาะสมสำหรับการเกิดดอกนั้นค่อนข้างมีความใกล้เคียงกัน เมื่อใช้ขี้เลื่อยเพียงอย่างเดียวพบว่าให้ผลที่ดีกว่าเมื่อสังเกตจากความยาวของเส้นใยที่เดินในถุงเพาะ แต่ในการทดลองนี้ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าให้ค่า biological efficiency (BE) ที่ดีกว่าด้วย

หรือไม่ เนื่องจากภายหลังนั้นก้อนเชื้อเห็ดมีการปนเปื้อนจากราชนิดอื่นๆ และแมลงที่พบคือไร ซึ่งเกิดการระบาดในก้อนเชื้อจำนวนมากในระหว่างที่ทำการทดลอง แม้ว่าจะมีการทำซ้ำทั้งหมด 4 ครั้ง ทำให้ผลการวัดหลังจากนี้ไม่สามารถนำมาคำนวณค่าสถิติเพิ่มเติมได้ เนื่องจากเส้นใยมีความเสียหายและไม่สามารถเจริญต่อได้อีกทั้งยังทำให้เกิดการปนเปื้อนอีกด้วย

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่ pH 7 ให้ผลการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานดีที่สุด โดยให้เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยสูงสุดที่ 7.02±0.14 เซนติเมตร และมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยของเห็ดชนิดนี้อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งให้เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ยสูงสุดที่ 6.02±0.16 เซนติเมตร ในส่วนภาวะเหมาะสมของการเกิดดอกของเห็ดกระถินพิมานนั้น มีสูตรอาหารที่ทำให้เส้นใยสามารถเจริญได้เร็วที่สุดในถุงเพาะคือ สูตรที่ 1 หรือสูตรที่ใช้ขี้เลื่อย 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญของเส้นใยเฉลี่ย 0.15±0.06 เซนติเมตร/วัน และใช้เวลา 52 วัน เส้นใยจึงเจริญเต็มถุงเพาะ แต่การทดลองยังไม่สามารถคำนวณค่า biological efficiency (BE) ได้จากการที่ถุงเพาะในแต่ละสูตรยังไม่ถึงขั้นที่สามารถทำให้ออกดอกได้ จากข้อมูลที่ได้ในการทดลองนี้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขการเพาะเลี้ยงเห็ด *P. rimosus* หรือเห็ดกระถินพิมานได้ในอนาคตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพหรือผลผลิตสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

ดำเกิง ป้องพาล, ฉันทนา สีผึ้ง, นงลักษณ์ ปูระณะพงษ์ และปรีชา รัตนัง (2542). ผลของการใช้วัสดุเพาะและเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มต่อผลผลิตและคุณภาพของเห็ดเศรษฐกิจ 7 ชนิด. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, ภาควิชาพืชสวน : 1-47.

ยุวดี อินสำราญ, จุฑารัตน์ มุลลีปุ้ม, เพลินพิศ แสนรัง และภัชราพร ภูสีน้ำ. (2556). การศึกษาลักษณะการเจริญของเส้นใยเห็ดสกุล *Phellinus* spp. บนอาหารสูตรสังเคราะห์. สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : 1-39.

วรรณนา สุวรรณวิจิตร. (2545). ผลของปริมาณปูนขาวและความชื้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดนางรมฮังการี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการผลิตพืช, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : 1-32.

Ajith, T. A., and Janardhanan, K. K. (2002). Antioxidant and antihepatotoxic activities of *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat. Journal of Ethnopharmacology, 81(3): 387–391.

Ajith, T. A., and Janardhanan, K. K. (2003). Cytotoxic and antitumor activities of a polypore macrofungus, *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat. Journal of Ethnopharmacology, 84(2–3): 157–162.

Ajith, T. A., and Janardhanan, K. K. (2011). Antimutagenic effect of *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat against chemical induced mutations of histidine dependent *Salmonella typhimurium* strains. Food and Chemical Toxicology, 49(10): 2676–2680.

Ann, P. J., Chang, T. T., and Ko, W. H. (2002). *Phellinus noxius* brown root rot of fruit and ornamental trees in Taiwan. Plant Disease, 86(8): 820–826.

Armussa, N., Saksirirat, W., Sirithorn, P., and Sanoamuang, N. (2005). Some polypore fungi in Sakon Nakhon province, Thailand. KKU Research Journal, 10(4): 302–310.

Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., and Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp., Saudi Journal of Biological Sciences, 26(4): 633–646.

Carrasco, J., Zied, D. C., Pardo, J. E., Preston, G. M., and Pardo-Giménez, A. (2018). Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. AMB Express, 8(1): 1–9.

Chang, S. T., and Miles, P. G. (2004). Overview of the biology fungi. Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact. : 64-69.

Chang, S. T., and Quimio, T. H. (1982). Tropical mushrooms. Biological Nature and cultivation methods. The Chinese University Press. : 1-257.

Chi, J.-H., Ha, T.-M., Kim, Y.-H., and Rho, Y.-D. (1996). Studies on the main factors affecting the mycelial growth of *Phellinus linteus*. The Korea Journal of Mycology, 24(3): 214–222.

Devi, K. S., Misra, D. K., Saha, J., Devi, P. S., and Sinha, B. (2018). Screening of suitable culture media for growth, cultural and morphological characters of pycnidia forming fungi. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(08): 4207–4214.

Friedman, M. (2016). Mushroom Polysaccharides: Chemistry and antiobesity, antidiabetes, anticancer, and antibiotic properties in cells, rodents, and humans. Foods, 5(4): 80.

Ganeshpurkar, A., Rai, G., and Jain, A. P. (2010). Medicinal mushrooms: Towards a new horizon. Pharmacognosy reviews, 4(8): 127–135.

Gyoung, K., Min K., Kyung S. S., Jin S., and Jang E., (2013) Medium composition for culture of *Phellinus baumii* mycelium and uses thereof. Jangheung research institute for mushroom industry. South Korea. :1-22.

Heo B. S., Lee K. S., Park S. C. and Lee Y. S., (2004). Cultural conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp. The Korean Journal of Mycology, 32(2): 134–137.

Hood, A. I. (2006). The mycology of the Basidiomycetes. Proceeding of Heart Rot and Root Rot in Tropical Acacia Plantation. Yogykarta, Indonisia : 46–49.

Hur, H. (2008). Cultural characteristics and log-mediated cultivation of the medicinal mushroom, *Phellinus linteus* . Mycobiology, 36(2): 81-87.

Hur, H., Imtiaj, A., Lee, M. W., and Lee, T.-S. (2008). Suitable conditions for mycelial growth of *Phellinus* spp. . Mycobiology, 36(3): 152-155.

Iqbal, A. M., Vidyasagaran, K., and Ganesh, N. (2017). Host specificity of some wood decaying-fungi in moist deciduous forests of Kerala, India. Journal of Threatened Taxa, 9(4), 10096–10101.

Jo, W.-S., Rew, Y.-H., Choi, S.-G., Hwang, M.-H., Park, S.-C., Seo, G.-S., Sung, J.-M., and Uhm, J.-Y. (2007). Effect of various sawdusts and logs media on the fruiting body formation of *Phellinus gilvus*. Mycobiology, 35(1): 6-10.

Jo, W.-S., Rew, Y.-H., Choi, S.-G., Seo, G.-S., Sung, J.-M., and Uhm, J.-Y. (2006). The culture conditions for the mycelial growth of *Phellinus* spp. . Mycobiology, 34(4): 200-205.

Jo, W.-S., Rhu, Young Hyun, Kim, Chang-Bae, and Choe, Seong-Guk. (2002). Development of fruitbody in the artificial oak sawdust cultures of *Phellinus gilvus* mushroom. The Korean Journal of Mycology, 30(2): 109–112.

Jung, I.-C., Kim, S.-H., Kwon, Y.-I., Kim, S.-Y., Lee, J.-S., Park, S., Park, K.-S., and Lee, J.-S. (1997). Cultural condition for the mycelial growth of *Phellinus igniarius* on chemically defined medium and grains. The Korean Journal of Mycology, 25(2): 133-142.

Jutarat, L., Juntima, C., and Prukraya, P. (2017). Use of ammonium-enriched skim latex serum to compost rubber biomass wastes and its effect on planting *brassica alboglabra*. Sains Malaysiana, 46(10): 1763–1769.

Khan, F., and Chandra, R. (2017). Effect of physiochemical factors on fruiting body formation in mushroom. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 9(10): 33-36.

Lambert, E. (1933). Effect of excess carbon dioxide on growing mushrooms. Journal of Agricultural, 47(8): 599–608.

Lee, H. Y., Ham, E. J., Yoo, Y. J., Kim, E. S., Shim, K. K., Kim, M. K., and Koo, C. D. (2012). Effects of aeration of sawdust cultivation bags on hyphal growth of *Lentinula edodes*. Mycobiology, 40(3): 164–167.

Lee, S. H., Hwang, H. K., Kang, C. M., and Lee, W. J. (2019). Potential impact of *Phellinus linteus* on adherence to adjuvant treatment after curative resection of pancreatic ductal adenocarcinoma: Outcomes of a propensity score–matched analysis. Integrative Cancer Therapies, 18(4): 1-9.

Li, Q., Niu, Y., Xing, P., and Wang, C. (2018). Bioactive polysaccharides from natural resources including Chinese medicinal herbs on tissue repair. Chinese Medicine (United Kingdom), 13(1): 1–11.

Lovegrove, A., Edwards, C. H., De Noni, I., Patel, H., El, S. N., Grassby, T., Zielke, C., Ulmius, M., Nilsson, L., Butterworth, P. J., Ellis, P. R., and Shewry, P. R. (2017). Role of polysaccharides in food, digestion, and health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(2): 237–253.

Maingam, C., Seephonkai, P., Chutiman, N., Loutchanwoot, P., and Srivilai, P. (2017). Total contents of polysaccharide, phenol and flavonoid, and antioxidant activity of crude hot boiling-water extract from cultured mycelia of *Phellinus linteus*. J Sci Technol MSU, 36(6): 792–805.

McCORD, J. D., and Kilara, A. (1983). Control of enzymatic browning in processed mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of Food Science, 48(5): 1479–1484.

Merck. (1974). Malt extract agar. Merck Microbiology Manual 12th Edition, 6: 344.

Miles, P. G. ., and Chang, S. T. (1997). Mushroom biology concise basics and current development. World Scientific Singapore, 193: 1-215.

Nancib, N., Branlant, C., and Boudrant, J. (1991). Metabolic roles of peptone and yeast extract for the culture of a recombinant strain of *Escherichia coli*. Journal of Industrial Microbiology, 8(3): 165–169.

Parihar, A., Rao, Y. V., Padal, S. B., Das, K., and Hembrom, M. E. (2019). Taxonomy and diversity of the Genus *Phellinus* Quél. s.s. (Basidiomycota, Hymenochaetaceae) in Koderma wildlife sanctuary, Jharkhand, India. Tropical Plant Research, 6(3), 472–485.

Pilat, A. (1940). Basidiomycetes chinenses. Ann Mycol, 38: 61–82.

Pornsil S., Chaisit P. and Wuttichai S. (2016). Effect of nutrient in palm oil sludge on mycelium growth of *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. Khon Kaen Agriculture Journal, 44(1) : 219-224.

Prayook, S., Ananyaphon, P., and Preecha, P. (2013). Initiation of fruiting body development of the medicinal mushroom *Phellinus linteus* from Cambodia. African Journal of Microbiology Research, 7(23): 2885–2892.

Ranadive, K., Jagtap, N., and Vaidya, J. (2014). Host diversity of genus *Phellinus* from world. Applied Botany, 52(2012): 11402–11408.

Rew, Y.-H., Jo, W.-S., Jeong, K.-C., Yoon, J.-T., and Choi, B.-S. (2000). Cultural Characteristics and fruitbody formation of *Phellinus gilvu*s. The Korean Journal of Mycology, 28(1): 6–10.

Roshita, I., and Goh, S. Y. (2018). Effect of exposure to different colors light emitting diode on the yield and physical properties of grey and white oyster mushrooms. AIP Conference Proceedings, 2030: 1-8

Ryu, YoungHyun, Cho, Woo-Sik Lee, Jin-Man and Kim, Jong-Guk. (2004). Cultural characteristics of *Phellinus baumii* grown in Bottle. The Korean Journal of Mycology, 32(2): 101-104.

Shaffer, R. L., and Stevens, R. B. (1974). Mycology Guidebook. Mycologia, 66(6): 14-17.

Sultana, R., Hossain, I., Saifullah, Amin, R., and Chakraborty, R. (2018). Influence of Substrate pH and Watering Frequency on the Growth of Oyster Mushroom. International Journal of Plant Biology and Research. : 1-5.

Xu, C., Yu, J., Zhao, S., Wu, S., He, P., Jia, X., Liu, Y., and Mao, D. (2017). Effect of carbon source on production, characterization and bioactivity of exopolysaccharide produced by *Phellinus vaninii* Ljup. Anais Da Academia Brasileira de Ciencias, 89(3): 2033–2041.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1 PDA

มันฝรั่ง	200	กรัม
Glucose	20	กรัม
Agar	15	กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับค่า pH ด้วย 28% HCL นึ่งฆ่าเชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เติมสารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการกรอง ความเข้มข้น 500 ไมโครลิตรต่อลิตร

1.2 MEA

Malt extract	20	กรัม
Peptone	10	กรัม
Glucose	20	กรัม
Agar	15	กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับค่า pH ด้วย 28% HCL นึ่งฆ่าเชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เติมสารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการกรอง ความเข้มข้น 500 ไมโครลิตรต่อลิตร

1.3 GP

D-glucose	10	กรัม
Peptone	10	กรัม
Malt extract	15	กรัม
Yeast extract	10	กรัม
Agar	15	กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับค่า pH ด้วย 28% HCL นึ่งฆ่าเชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เติมสารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการกรอง ความเข้มข้น 500 ไมโครลิตรต่อลิตร

1.4 PG

D-glucose	10	กรัม
Peptone	3.33	กรัม
Yeast extract	0.67	กรัม
Stock 1	50	ไมโครลิตร
Stock 2	5	มิลลิลิตร
Stock NH_4NO_3	4	มิลลิลิตร
Stock $MgSO_4$	5	มิลลิลิตร

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับค่า pH ด้วย 28% HCL นึ่งฆ่า เชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เติมสารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการกรอง ความเข้มข้น 500 ไมโครลิตรต่อลิตร

1.5 MMN

$CaCl_2.2H_2O$	1	มิลลิลิตร
NaCl	1	มิลลิลิตร
$MgSO_4.7H_2O$	10	มิลลิลิตร
$(NH_4)_2HPO_4$	5	มิลลิลิตร
KH_2PO_4	10	มิลลิลิตร
$FeCl_3.6H_2O$	1.2	มิลลิลิตร
Thiamine HCl	1	มิลลิลิตร
D-glucose	2	กรัม
Malt extract	10	กรัม
Agar	15	กรัม

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน ปรับค่า pH ด้วย 1N NaOH นึ่งฆ่า เชื้อส่วนผสมของวัสดุเพาะที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที เติมสารปฏิชีวนะสเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการกรอง ความเข้มข้น 500 ไมโครลิตรต่อลิตร

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี One-way ANOVA ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน ระยะเวลา 30 วัน

ANOVA

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	28.562	4	7.141	184.036	.000
Within Groups	.776	20	.039		
Total	29.338	24			

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน ระยะเวลา 30 วัน

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี

Duncan[a]

ชนิดอาหาร	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
MMN	5	4.3400			
PG	5		4.7600		
GP	5			5.6400	
MEA	5			5.7800	
PDA	5				7.4400
Sig.		1.000	1.000	.274	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารต่างชนิด ระยะเวลา 30 วัน

ชนิดอาหาร	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (เซนติเมตร)
MMN	4.34±0.11 a
PG	4.76±0.15 b
GP	5.64±0.15 c
MEA	5.78±0.34 c
PDA	7.44±0.11 d

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหารชนิดต่างๆ ในระยะเวลา 30 วัน

	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร)					
ชนิดอาหาร	**วันที่ 5**	**วันที่ 10**	**วันที่ 15**	**วันที่ 20**	**วันที่ 25**	**วันที่ 30**
PDA	1.20±0.23c	1.82±0.22b	3.86±0.29d	6.32±0.29d	7.16±0.21e	7.44±0.11d
MEA	1.18±0.04c	1.81±0.11b	3.23±0.11c	4.58±0.11c	4.94±0.19c	5.76±0.35c
GP	0.72±0.04b	1.42±0.08a	2.56±0.09b	4.44±0.13c	5.32±0.08d	5.64±0.15c
PG	0.62±0.11ab	1.34±0.05a	2.42±0.08ab	2.86±0.19a	4.20±0.12b	4.76±0.15b
MMN	0.54±0.05a	1.38±0.08a	2.30±0.12a	3.40±0.10b	3.76±0.11a	4.34±0.11a

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี One-way ANOVA ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหาร PDA ที่ค่าความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ANOVA

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5.002	4	1.250	37.214	.000
Within Groups	.672	20	.034		
Total	5.674	24			

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหาร PDA ที่ค่าความเป็นกรด-เบส แตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี

Duncan[a]

ค่า pH	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
pH 5	5	5.7600			
pH 4	5	5.8600	5.8600		
pH 6	5		6.0600	6.0600	
pH 8	5			6.2200	
pH 7	5				7.0200
Sig.		.399	.100	.183	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ที่มีความเป็นกรด-เบสแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ค่าความเป็นกรด-เบส (pH)	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (เซนติเมตร)
5	5.76±0.11 a
4	5.86±0.23 ab
6	6.06±0.20 bc
8	6.22±0.19 c
7	7.02±0.14 d

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 8 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ที่ค่ากรด-เบสแตกต่างกัน ในระยะเวลา 30 วัน

	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร)					
ค่ากรด-เบส	**วันที่ 5**	**วันที่ 10**	**วันที่ 15**	**วันที่ 20**	**วันที่ 25**	**วันที่ 30**
4	0.38±0.04a	1.50±0.07a	2.54±0.08a	4.26±0.24a	5.10±0.10a	5.86±0.23ab
5	0.46±0.05b	1.46±0.08a	2.64±0.05a	4.34±0.20a	5.06±0.08a	5.76±0.11a
6	0.54±0.05c	1.50±0.08a	2.56±0.05ab	4.50±0.15ab	5.12±0.13a	6.06±0.20bc
7	0.58±0.04c	1.66±0.08b	2.90±0.20c	5.86±0.08c	6.44±0.11c	7.02±0.14d
8	0.46±0.05b	1.44±0.05a	2.74±0.16bc	4.72±0.19b	5.46±0.21b	6.22±0.19c

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี One-way ANOVA ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหาร PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ANOVA

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62.742	4	15.686	512.601	.000
Within Groups	.612	20	.031		
Total	63.354	24			

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ของความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน เลี้ยงด้วยอาหาร PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ความกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
อุณหภูมิ	N	1	2	3	4	5
35 °C	5	1.6200				
30 °C	5		3.9400			
20 °C	5			4.8400		
28 °C	5				5.7400	
25 °C	5					6.0200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

อุณหภูมิ (°C)	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี (เซนติเมตร)
35	1.62±0.44 a
30	3.94±0.11 b
20	4.84±0.20 c
28	5.74±0.26 d
25	6.02±0.16 e

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานบนอาหาร PDA ค่า pH 7 ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ในระยะเวลา 30 วัน

	เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนี (เซนติเมตร)					
อุณหภูมิ (°C)	**วันที่ 5**	**วันที่ 10**	**วันที่ 15**	**วันที่ 20**	**วันที่ 25**	**วันที่ 30**
20	0.48±0.04a	1.48±0.04c	2.50±0.15d	3.22±0.08c	4.18±0.08c	4.84±0.20c
25	0.48±0.04a	1.58±0.08d	2.52±0.13d	4.08±0.17e	5.04±0.11e	6.02±0.16e
28	0.46±0.05a	1.46±0.05c	2.34±0.05c	3.84±0.11d	4.70±0.12d	5.74±0.26d
30	0.46±0.05a	0.58±0.04a	2.04±0.05b	2.66±0.11b	3.62±0.08b	3.94±0.11b
35	0.46±0.05a	0.07±0.05b	1.28±0.08a	1.40±0.07a	1.48±0.08a	1.62±0.44a

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี One-way ANOVA ของค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ANOVA

ค่าเฉลี่ย

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.058	2	.029	15.202	.000
Within Groups	.051	27	.002		
Total	.109	29			

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ของค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ค่าเฉลี่ย

Duncan[a]

สูตรวัสดุเพาะ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
สูตร 2	10	.0450		
สูตร 3	10		.1080	
สูตร 1	10			.1520
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

สูตรวัสดุเพาะ	ค่าเฉลี่ยของการเจริญเติบโตของเส้นใย (เซนติเมตร/วัน)
สูตรที่ 2	0.04±0.01 c
สูตรที่ 3	0.10±0.03 b
สูตรที่ 1	0.15±0.06 a

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี One-way ANOVA ของความยาวของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ANOVA

ความยาวเส้นของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78.123	2	39.061	27.328	.000
Within Groups	38.592	27	1.429		
Total	116.715	29			

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ของความยาวเส้นของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน ในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

ความยาวเส้นของเส้นใยเห็ดกระถินพิมาน

Duncan[a]

food	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
สูตร 2	10	2.1400		
สูตร 3	10		4.5400	
สูตร 1	10			6.0600
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบการเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในถุงเพาะที่สูตรแตกต่างกัน ระยะเวลา 30 วัน

สูตรวัสดุเพาะ	ความยาวของเส้นใยในถุงเพาะ (เซนติเมตร)
สูตรที่ 2	2.14±0.10 a
สูตรที่ 3	4.54±0.30 b
สูตรที่ 1	6.06±0.56 c

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 19 การเจริญของเส้นใยเห็ดกระถินพิมานในวัสดุเพาะที่แตกต่างกันในระยะเวลา 30 วัน

	ความยาวของเส้นใยในถุงเพาะ (เซนติเมตร)					
สูตรวัสดุเพาะ	**วันที่ 5**	**วันที่ 10**	**วันที่ 15**	**วันที่ 20**	**วันที่ 25**	**วันที่ 30**
1	1.23±0.06c	2.32±0.18c	3.70±0.11c	4.45±0.21c	5.15±0.13c	6.06±0.56c
2	0.72±0.09a	1.22±0.06a	1.34±0.10a	1.76±0.09a	1.92±0.12a	2.14±0.10a
3	1.13±0.14b	1.56±0.11b	1.85±0.14b	2.57±0.18b	3.42±0.19b	4.54±0.30b

หมายเหตุ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยตามอักษรในแนวตั้ง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับด้านข้างต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)