

การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงไมยารพารา
หมักด้วยน้ำ EM

CULTIVATION OF INDIAN OYSTER MUSHROOM
(*Pleurotus pulmonarius*) BY EM-TREATED
RUBBER WOOD SAWDUST

กนกพร คชสูงเนิน
กัลย์สุดา อังควิศิษฐพันธ์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงไมยารพารา
หมักด้วยน้ำ EM

CULTIVATION OF INDIAN OYSTER MUSHROOM
(*Pleurotus pulmonarius*) BY EM-TREATED
RUBBER WOOD SAWDUST

กนกพร คชสูงเนิน

กัลย์สุดา อังควิศิษฐพันธ์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

CULTIVATION OF INDIAN OYSTER MUSHROOM
(*Pleurotus pulmonarius*) BY EM-TREATED
RUBBER WOOD SAWDUST

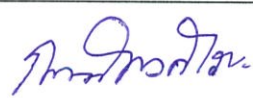
Kanokphon Kotsoongnern

Gunsuda Ungkawisitpal

A CO-OPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE (INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

หัวข้อสหกิจศึกษา	การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงหมักด้วยน้ำ EM
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกนกพร คชสูงเนิน รหัสนักศึกษา 57050788 นางสาวกัลย์สุดา อังควิษฐพันธ์ รหัสนักศึกษา 57050798
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.กานต์ วงศาริยะ

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย ประธานกรรมการ	
ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	
ดร.กานต์ วงศาริยะ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
คุณพรวิชัย เดโชวิบูลย์ ผู้ประกอบการ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อสหกิจศึกษา	การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อยหมักด้วยน้ำ EM
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกนกพร คชสูงเนิน รหัสนักศึกษา 57050788 นางสาวกัลย์สุดา อังควิศิษฐ์พันธ์ รหัสนักศึกษา 57050798
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ดร.กานต์ วงศาริยะ

บทคัดย่อ

เห็ดนางฟ้าภูฐานจัดเป็นเห็ดในสกุลนางรมซึ่งเป็นเห็ดที่พบได้แพร่หลายทั่วโลก จัดอยู่ในจีนัส *Pleurotus pulmonarius* สามารถนำมาบริโภคได้ มีความสามารถในการย่อยสลายพวก Lignocelluloses นอกจากนี้ยังจัดเป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารช่วยในการรีไซเคิลของเสียจากการเกษตรที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์ของสหกิจศึกษานี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของการใช้น้ำ EM ในการปรับสภาพวัสดุเพาะ (ขี้เลื่อย) โดยใช้ระยะเวลาในการหมักขี้เลื่อยที่แตกต่างกันคือ สูตรควบคุม 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเห็ดเป็นระยะเวลา 53 วัน พบว่าผลผลิตเห็ดนางฟ้าภูฐานสูงสุดคือ การหมักด้วยน้ำ EM 24 ชั่วโมง สูตรควบคุมและ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ โดยให้ผลผลิตในรุ่นแรก (ไม่ผ่านการตัดแต่ง) 5,409.09 กรัม 5,158.39 กรัม และ 4,984.89 กรัม ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการเดินของเส้นใยในก้อนวัสดุเพาะพบว่า การหมักด้วยน้ำ EM 24 ชั่วโมง เดินเต็มก้อนวัสดุเพาะเร็วที่สุด ดังนั้นการหมักวัสดุเพาะขี้เลื่อยด้วยน้ำ EM สามารถลดระยะเวลาในการรอเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานให้สั้นลง เพื่อลดปัญหาการรอเส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานเดินเต็มก้อนวัสดุเพาะและมีผลผลิตจำหน่ายสู่ท้องตลาดได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : ขี้เลื่อยไม้ยางพารา เห็ดนางฟ้าภูฐาน อีเอ็ม

Title	Cultivation of Indian Oyster Mushroom (<i>Pleurotus pulmonarius</i>) by EM- treated Rubber Wood Sawdust	
Students	Miss Kanokphon Kotsoongnarn	Student ID 57050788
	Miss Gunsuda Ungkawisitpal	Student ID 57050798
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)	
Department	Biology	
Faculty	Science	
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
Academic Year	2017	
Advisor	Dr. Pramote Sirirote	
Co-advisor	Dr. Karn Wongsariya	

Abstract

Indian Oyster mushroom is classified as a member of *Pleurotus* mushroom family which can be found widely and is categorized in *Pleurotus pulmonarius* genus. It is eatable and able to digest Lignocelluloses. Moreover, it is described as a decomposer of organic matter that helps recycling agricultural waste which causes environmental pollution. The objective of co-operative education is to study the use of EM to adjust the condition of seeding material (sawdust). The different durations of sawdust ferment are 2-hour formula and 24-hour formula. From 53 days of mushroom harvest, it indicates that the highest amount of Indian Oyster mushroom is produced by applying EM ferment for 24 hours and using 2-hour formula respectively. It produces the first generation (which is not trimmed) for 5,409.9 grams and 4,984.89 grams respectively. However, by comparing the duration of fiber length in the substance, it shows that 24 hours of EM ferment provides the most rapid fiber length. Therefore, by applying EM ferment to seeding material, it can shorten the time waiting for mushroom fiber to grow. So, it can increase the flow of mushroom production to the market.

Keywords : EM, *Pleurotus pulmonarius*, Rubber Wood Sawdust

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาในหัวข้อเรื่อง การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงหมักด้วยน้ำ EM ณ บริษัท นีโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้ข้อเสนอแนะ รวมถึงการติดตามความก้าวหน้าในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึง ดร.กานต์ วงศาริยะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และ ดร.ณัฐภูมิ รุ่งจินตมัย ประธานกรรมการสอบสหกิจศึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้รายงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณคุณศักรินทร์ บุญล้ำและนักวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์สารเคมี และคอยให้คำแนะนำเป็นอย่างดี รวมถึงคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณคุณพรวิชัย เดโชวิบูลย์ เจ้าของสถานประกอบการ บริษัท นีโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่พักมาสำหรับดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ รวมไปถึงคุณธวัช ลุนจักร และพนักงานทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและดูแลเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ไปทำการวิจัยที่บริษัท

ขอบคุณและขอบใจ รุ่นพี่ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ คณะวิทยาศาสตร์ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ที่คอยให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่า ยิ่ง คอยสนับสนุนผู้วิจัย ทั้งร่างกายแรงใจ

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน หากงานวิจัยฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

กนกพร คชสูงเนิน
กัลย์สุดา อังควิศิษฐพันธ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 เชื้อเห็ดนางฟ้า.....	3
2.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา.....	3
2.1.2 คุณค่าทางอาหารของเห็ดนางฟ้า.....	3
2.1.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต.....	4
2.1.4 โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้า	5
2.1.5 การดูแลรักษาช่วงเปิดดอก	5
2.1.6 การให้น้ำ	6
2.1.7 การเก็บผลผลิตเห็ด.....	6
2.2 วัสดุเพาะ	6
2.3 หัวเชื้ออีเอ็ม (EM).....	7
2.3.1 คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเห็ดของน้ำสกัดชีวภาพ.....	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	10
3.1 วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี.....	10
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	11
3.2.1 การเตรียมโรงเพาะเห็ด.....	11
3.2.2 การเตรียมวัสดุเพาะเห็ด	11
3.2.3 การเตรียมน้ำ EM	12
3.2.4 การหมักเชื้อ.....	13
3.2.5 วิธีผสมการผสมวัสดุในการทำก้อนเพาะเห็ด.....	13
3.2.6 การนึ่งฆ่าเชื้อก้อนเพาะเห็ด	15
3.2.7 การเชื้อเชื้อเห็ดลงในก้อนเพาะเห็ด.....	16
3.2.8 การวัดเส้นใย.....	17
3.2.9 การดูแลรักษา.....	17
3.2.10 การเก็บผลการทดลอง.....	17
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	18
4.1 ระยะเวลาและผลผลิตในการออกดอกเห็ดฯ.....	18
4.2 ระยะเวลาการเจริญของเส้นใย	21
4.3 ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต.....	24
4.4 ผลผลิตโดยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวัน.....	25
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	26
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	26
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	26
เอกสารอ้างอิง.....	27
ภาคผนวก	30
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	32
ภาคผนวก ค	36
ภาคผนวก ง.....	41

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณธาตุอาหารของเห็ดนางฟ้า.....	3
2.2 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญ.....	4
3.1 ส่วนผสมวัสดุเพาะในแต่ละชุดการทดลอง	11
4.1 ระยะเวลาในการออกดอกเห็ดฯ.....	18
4.2 ผลผลิตของเชื้อเห็ดฯ ที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว	19
4.3 จำนวนก้อนเห็ดฯ ที่ออกดอก.....	20
4.4 ราคาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตก้อนเห็ดฯ.....	24

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.1 สภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่ปรับปรุงเสร็จสมบูรณ์	11
รูปที่ 3.2 หัวเชื้อ EM ยี่ห้อ KYUSEI ที่ใช้ในการเตรียมน้ำ EM	12
รูปที่ 3.3 การเตรียมน้ำ EM โดยการเติมหัวเชื้อ EM, กากน้ำตาล และน้ำ (อัตราส่วน 1:1:100)	12
รูปที่ 3.4 น้ำ EM ที่ผ่านการหมักมา 3 วัน	13
รูปที่ 3.5 การหมักวัสดุเพาะเชื้อด้วยน้ำหมัก EM ในแผ่นพลาสติกที่ปิดมิดชิด ไม่มีอากาศ	13
รูปที่ 3.6 การผสมวัสดุเพาะให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนผสม	14
รูปที่ 3.7 การเติมน้ำ 46 ลิตร เพื่อปรับความชื้นวัสดุเพาะให้ได้ 70-80%	14
รูปที่ 3.8 การปรับความชื้นของวัสดุเพาะด้วยเครื่องวัดความชื้น	14
รูปที่ 3.9 การบรรจุวัสดุเพาะในถุงพลาสติก	15
รูปที่ 3.10 ก่อนเชื้อเห็ดฯ ที่บรรจุใส่ถุงพลาสติกเรียบร้อยแล้วก็นำไปฆ่าเชื้อ	15
รูปที่ 3.11 เตาเผาและหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	16
รูปที่ 3.12 ขวดเชื้อเห็ดฯ ในเมล็ดข้าวฟ่าง	16
รูปที่ 3.13 การนำขวดเชื้อเห็ดฯ ในเมล็ดข้าวฟ่างลงไฟก่อนนำมาหยอดเชื้อ	17
รูปที่ 4.1 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1	21
รูปที่ 4.2 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1	21
รูปที่ 4.3 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 1	21
รูปที่ 4.4 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2	22
รูปที่ 4.5 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2	22
รูปที่ 4.6 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2	22
รูปที่ 4.7 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3	23
รูปที่ 4.8 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3	23
รูปที่ 4.9 การเดินของเส้นใยชุดการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐานกันอย่างแพร่หลาย การเพาะเห็ดสามารถสร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถสร้างรายได้ในระยะสั้น มีการลงทุนไม่สูงมากนัก ประกอบกับเห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่มีขนาดดอกปานกลาง เนื้อแน่น รสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง มีไขมันต่ำ ปลอดภัยจากสารพิษ จึงนิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากตลาดมีความต้องการมากประกอบกับประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญในปี มีรายงานพบว่าในปี ค.ศ. 1974 เห็ดนางฟ้าถูกนำมาเลี้ยงในอาหารวัวครั้งแรกโดย Jandaik และในปี ค.ศ. 1975 เชื้อเห็ดนางฟ้าถูกนำเข้ามาฝากไว้ที่ American type culture collection (ATCC) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Rangaswami และ Nadu แห่ง Agricultural University เมืองโคอิมบาโตร ประเทศอินเดีย เห็ดนางฟ้าถูกนำเข้ามาทดลองเพาะเป็นครั้งแรกในประเทศไทยที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทยโดย ดร.ศิริพงศ์ บุญหลง พบว่าสามารถเจริญได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย (เดิมพงศ์, 2556)

เห็ดนางฟ้าภูฐานต้องการแหล่งอาหารหลัก เพื่อการเจริญเช่นเดียวกันกับพืชได้แก่ คาร์บอน ไนโตรเจน ธาตุอาหารและวิตามิน วัสดุหลักในการเพาะเห็ดได้แก่ ขี้เลื่อยเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน เป็นธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญและการเพิ่มผลผลิต ส่วนธาตุอาหารอื่น ๆ ช่วยในการปรับสภาพวัสดุเพาะให้เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดและยังช่วยสร้างความแข็งแรงของเส้นใยของดอกเห็ด รำละเอียดเป็นอาหารเสริมที่เป็นแหล่งโปรตีน หาได้ง่าย ราคาไม่แพง ซึ่งการเลือกใช้ชนิดของอาหารเสริมขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด ชนิดของวัสดุเพาะและสภาพแวดล้อมของโรงเรือน

การใช้วัสดุเพาะที่ผ่านการหมักด้วยสารชีวภาพแล้วจึงนำไปผลิตก้อนเชื้อเห็ดก็สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดได้เช่นเดียวกัน ทำการหมักขี้เลื่อยด้วยสารเร่งพด.1 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์เร่งการย่อยสลายเช่นเดียวกันกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำสกัดชีวภาพของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าการหมักขี้เลื่อยด้วยสารเร่งพด.1 เป็นเวลา 9 วัน นั้นจะมีปริมาณไนโตรเจนลดลงในช่วง 9 วันแรก เนื่องจากจุลินทรีย์ได้นำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลาย แต่เมื่อผ่านพ้นวันที่ 9 ของการหมัก ปริมาณไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนครบการเก็บผลผลิต เนื่องจากจุลินทรีย์ในกองขี้เลื่อยที่หมักบางสายพันธุ์สามารถตรึงและสังเคราะห์ไนโตรเจนในวัสดุเพาะแล้วเก็บไว้ในเซลล์ได้ จึงทำให้มีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามปริมาณคาร์บอนของขี้เลื่อยจะลดลงอย่างรวดเร็วภายหลังการหมักขี้เลื่อยแล้ว 9 วัน ซึ่งเกิดจากการสลายของสารประกอบคาร์บอนของขี้เลื่อย เช่น ลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส จะทำให้มีปริมาณของ

น้ำตาลกลูโคสเพิ่มมากขึ้นและรวดเร็วว่าการไม่ได้หมัก ซึ่งน้ำตาลกลูโคสนี้เป็นอาหารที่เห็ดสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญและให้ผลผลิตได้ และช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดได้มากกว่าเชื้อที่ไม่ได้ผ่านการหมัก (วิทยา, 2546)

จากการค้นเอกสารอ้างอิงยังไม่พบการนำจุลินทรีย์ EM มาใช้หมักกับเห็ดฯ ก่อนนำไปผลิต ก่อนเชื้อเห็ดฯ ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจที่จะนำเอาน้ำหมักชีวภาพ EM มาใช้ในการผลิตเห็ดฯ

ด้วยบริษัท นีโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ประกอบการที่มีแผนพัฒนาธุรกิจการเพาะเห็ดฯ ซึ่งกำลังประสบปัญหาผลผลิตเห็ดฯ ไม่เพียงพอต่อการจำหน่ายสู่ท้องตลาด สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดฯ ไม่คงที่ ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก และพัฒนาวิธีการเพาะเห็ดฯ ให้เหมาะสมในพื้นที่ของบริษัทโดยการทดลองเพาะปลูกในห้องที่ปิดมิดชิดควบคุมความชื้นด้วยเครื่องพ่นหมอกและให้แสงสว่างด้วยหลอดไฟ รวมทั้งจะมีการเริ่มใช้น้ำหมัก EM ในการปรับสภาพเชื้อเห็ดก่อนนำมาใช้เพาะปลูกเห็ดฯ ดังนั้นจึงได้ขอความอนุเคราะห์นำ EM มาใช้ทดลองกับเห็ดฯ ณ บริษัท นีโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาศักยภาพในการใช้น้ำหมัก EM ในการหมักและปรับสภาพของเชื้อเห็ดก่อนนำมาผลิตก่อนเชื้อเห็ดฯ
- 2) เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบผลผลิตเห็ดฯ ของการหมักวัสดุเพาะเชื้อด้วยน้ำหมัก EM ของสูตรควบคุมคือวัสดุเพาะเชื้อที่ไม่ได้หมักน้ำ EM วัสดุเพาะเชื้อหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง และวัสดุเพาะเชื้อหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง
- 3) เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบระยะเวลาของการเดินเส้นใยและการเกิดดอกเห็ดฯ ตามแผนงานวิจัยในข้อ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1) ศึกษาการปรับสภาพเชื้อเห็ดจากน้ำหมัก EM ของสูตรควบคุม 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง
- 2) ศึกษาต้นทุนที่ในการผลิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถหาวิธีการเพาะเห็ดฯ ที่ให้ผลผลิตสูงสุดในระยะเวลาสั้นที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐาน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus pulmonarius*

ชื่อสามัญ : Indian oyster mushroom (Patigo H., 2016)

2.1.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เห็ดนางฟ้าภูฐานมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาดังนี้ ส่วนที่อยู่ด้านบนสุดเรียกว่า ส่วนหมวก (cap) จะมีความหนาและมีเนื้อแน่นกว่าเห็ดนางรม มีสีน้ำตาลอ่อนคล้ายเห็ดเป่าฮื้อ แต่มีสีจางกว่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-6 นิ้ว ดอกอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกระจุก ถัดจากส่วนหมวกคือ ส่วนดอก (stalk) โดยก้านดอกนั้นจะเป็นเนื้อเดียวกับหมวกดอกคล้ายเห็ดนางรมแต่มีเนื้อแน่นสีขาวและไม่มีวงรอบก้านดอก ถ้าเจริญในสภาพธรรมชาติตามขอนไม้ ดอกเห็ดจะมีลักษณะเรียงรายลดหลั่นเป็น ชั้น ๆ ก้านดอกจะสั้นมาก ข้างในส่วนดอกจะมีครีบดอก (gill) ครีบดอกจะมีสีขาวและครีบบางมีความยาวตลอดจนถึงก้านดอก และส่วนสุดท้ายคือเส้นใย (mycelium) มีลักษณะค่อนข้างละเอียด แต่มีสีขาวมากกว่าเห็ดนางรมการเจริญของเส้นใยจะมีลักษณะคล้ายเห็ดนางรม (อิศรา และ เอกชนก, 2546)

2.1.2 คุณค่าทางอาหารของเห็ดนางฟ้า

เห็ดนางฟ้าเป็นเห็ดที่มีเนื้อแน่น รสชาติดี ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุค่อนข้างสูง เจริญได้ดีในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงทำให้เห็ดนางฟ้าจัดเป็นเห็ดที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง เห็ดนางฟ้าประกอบด้วยคุณค่าทางอาหาร ดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณธาตุอาหารของเห็ดนางฟ้า (Bano et al. 1981)

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารของเห็ดนางฟ้า
แคลเซียม (Ca)	310 (mg/l)
ฟอสฟอรัส (P)	13,832 (mg/l)
โปแทสเซียม (K)	28,101.2 (mg/l)
เหล็ก (Fe)	124 (mg/l)

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหารของเห็ดนางฟ้า
แคดเมียม (Cd)	0.3 (mg/l)
สังกะสี (Zn)	12.0 (mg/l)
ทองแดง (Cu)	12.2 (mg/l)
ตะกั่ว (Pb)	3.2 (mg/l)

ดังนั้นการใช้สารอินทรีย์ร่วมกับน้ำ EM จึงช่วยในการปล่อยสารอาหารออกมา เช่น ไนโตรเจน และโพแทสเซียม (Ahmad et al., 2012; Lack et al., 2013) จากการศึกษาพบว่าการใช้ EM ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์และสารเคมีช่วยเพิ่มผลผลิตพืช (Khaliq et al., 2006) และสามารถใช้น้ำ EM ร่วมกับปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวสาลี (Hu and Qi, 2013) และมีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น (Dubey, 2005)

2.1.3 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญ

ตารางที่ 2.2 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดนางฟ้าภูฐาน (*Pleurotus pulmonarius*) (M.B. Bellettini et al., 2016)

สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ดนางฟ้าภูฐาน (<i>Pleurotus pulmonarius</i>)	
อุณหภูมิเหมาะสมบนเส้นใย	5–35 (°C)
ระยะเวลาที่ใช้บนเส้นใย	14 -30 (days)
การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการออกดอกเห็ด	2000–2500 (mg/l)
อุณหภูมิที่เหมาะสมในการออกดอกเห็ด	20–25 (°C)
ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมแก่การออกดอกเห็ด	85–97 (%)
ระยะเวลาที่ใช้ในการออกดอกเห็ด	3-7 (days)
การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในการออกดอกเห็ด	1500–2000 (mg/l)
แสงที่ใช้เหมาะสมในการออกดอกเห็ด	200–640 (lux)

2.1.4 โรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน

สำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดฯ นั้นควรมีขนาด $2 \times 15 \times 2$ (กว้าง x ยาว x สูง) เมตร ซึ่งจะวางก้อนเชื้อเห็ดฯ ได้ประมาณ 4,000 ก้อน โรงเรือนควรเป็นแบบที่สร้างง่าย ลงทุนน้อย และวัสดุที่จะนำมาสร้างเป็นโรงเรือนนั้นจะต้องหาวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น ฟาง หญ้าแฝก ไม้ไผ่ เป็นต้น สำหรับการสร้างโรงเรือนให้เหมาะสมนั้นควรสร้างในที่เย็นชื้นและสะอาดปราศจากศัตรูของเห็ดที่จะเข้ามารบกวน หลังคามุงจากหรือแฝก แล้วคลุมทับด้วยสแลนอีก 1 ชั้น การคลุมหลังคาขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ดด้วย การใช้ผ้าพลาสติกซึ่งข้างฝาโรงเรือน จะช่วยให้โรงเรือนเก็บความชื้นได้ดี และป้องกันลมสภาพอากาศมีผลกระทบต่อการออกดอกของเห็ดได้เช่นเดียวกัน ปิดประตูด้วยกระสอบป่านหรือแผ่นยางปูพื้นด้วยทราย เพื่อเก็บความชื้น ทิศทางลม ก็มีส่วนสำคัญในโรงเพาะเห็ด ต้องดูทิศทางของลมเหนือลมได้ เพื่อป้องกันการพัดพาเชื้อโรคที่จะมีผลต่อก้อนเห็ด และการออกดอกของเห็ด (ศิวพร, 2544)

2.1.5 การดูแลรักษาเห็ดนางฟ้าภูฐานช่วงเปิดดอก

เห็ดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้แก่ เห็ดนางฟ้า เห็ดนางฟ้าภูฐาน เห็ดนางรมซึ่งอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมที่สุด คือ ความชื้นภายในโรงเรือนไม่ควรต่ำกว่า 80% การถ่ายเทอากาศต้องการออกซิเจนสูงมากในระยะกำลังสร้างเส้นใยและเกิดดอก ถ้ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากจะสังเกตได้ที่ลำต้นจะยืดยาวดอกจะหุบไม่บาน ส่วนแสงมีความจำเป็นต่อการทำให้ดอกเห็ดสมบูรณ์หรือเพื่อให้เห็ดออกดอกเร็วขึ้น ถ้าขาดแสงก้านดอกจะยาวออกดอกเล็กและผลผลิตต่ำ และศัตรูของเห็ดนางฟ้า ได้แก่

1. หนูและแมลงสาบ
2. ไร จะดูดกินน้ำเลี้ยงระยะก่อนเชื้อและดอกเห็ดจะระบาดเมื่อความชื้นในโรงเรือนต่ำ
3. แมลงหวี่ จะเกิดกับดอกเห็ดที่มีอายุมากจะมาตอมและวางไข่
4. โรคจุดเหลืองจะเกิดกับดอกเห็ดที่มีอายุมากตกค้างในการเก็บหรือเพราะน้ำที่รดนั้นสกปรก
5. ราเมือก ลักษณะเป็นสีเหลือง กลิ่นคาวจัด ระบาดโดยสปอร์ ป้องกันโดยเอาก้อนเชื้อที่หมดอายุแล้วและเศษวัสดุในโรงเรือนออกอย่าให้หมักหมม (ศิวพร, 2544)

2.1.6 การให้น้ำ

น้ำที่ใช้รดเห็ดให้ได้ผลดีนั้น ควรเป็นน้ำที่สะอาด ไม่มีสารเคมีและสิ่งสกปรกเจือปนไม่ว่าจะเป็น น้ำฝน น้ำบ่อ หรือน้ำคลอง แต่ไม่ควรเป็นน้ำกร่อย เค็มไม่เป็นกรดหรือด่างถ้าเป็นน้ำประปาควรจะกักไว้ในภาชนะปากกว้างทิ้งไว้ให้คลอรีนระเหยก่อนจึงจะนำไปรดได้

การรดน้ำในโรงเรือนควรรดอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อเป็นการรักษาความชื้นในโรงเรือนให้นานที่สุด ถ้าอากาศแห้งก็สามารถเพิ่มจำนวนครั้งในการรดได้อีก การรดน้ำนอกจากจะเป็นการรักษาความชื้นแล้วยังเป็นการรักษาอุณหภูมิในโรงเรือนให้อยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเห็ดฯ

เครื่องมือที่ใช้รดน้ำเห็ดฯ ใช้ได้ทั้งบัวรดน้ำ สายยางธรรมดาติดปลายด้วยฝักบัวฝอยละเอียด หรือใช้สเปรย์ฝอยละเอียดด้วยเครื่องพ่นยา การรดน้ำไม่ควรรดจนโชกหรือมีน้ำเข้าในก้อน คือรดให้ภายในโรงเรือนชื้น เย็น แต่ต้องไม่มีน้ำเข้าในก้อน ถ้ามีน้ำเข้าในก้อนต้องกรีดยังเพื่อให้น้ำไหลออก มิฉะนั้นก้อนเชื้อเห็ดฯ จะเน่า (ศิริพร, 2544)

2.1.7 การเก็บผลผลิตเห็ด

หลังจากเปิดถุงแล้วประมาณ 3-7 วัน เห็ดจะเริ่มออกดอก ควรดการรดน้ำก่อนเก็บประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพราะดอกเห็ดฯ จะฉ่ำ ขยายไม่ได้ราคา เห็ดชุดแรกจะออกมากกว่าทุกชุด เวลาที่เก็บควรเป็นเวลาเช้าและเย็น เลือกดอกที่บานเต็มที่ได้น้ำหนักดี จับที่โคนก้าน โยกซ้าย-ขวา แล้วดึงออก เห็ดที่เก็บมาแล้วโคนก้านจะมีขี้เลื่อยติดอยู่ต้องทำความสะอาดใช้มีดหรือกรรไกรตัดสิ่งสกปรกออกในก้อนเชื้อแต่ละรุ่นสามารถเก็บผลผลิตได้เป็นระยะเวลา 3-4 เดือน หลังจากเก็บดอกเห็ดไปแล้ว ถ้ามีชิ้นส่วนหลงเหลืออยู่ในปากถุงจะต้องใช้ด้ามช้อนแคะออกให้สะอาด (ศิริพร, 2544)

2.2 วัสดุเพาะ

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา (Tree rubber sawdust) เป็นไม้เนื้ออ่อน สามารถย่อยสลายได้ง่าย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมโรงเลื่อย มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด ประกอบด้วยสารอินทรีย์จำนวนมาก เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นแหล่งอาหารจำพวกคาร์บอน ไนโตรเจน มีผลต่อการเจริญของเส้นใยและการเพิ่มผลผลิต ส่วนธาตุอื่น ๆ ช่วยในการปรับสภาพอาหารเพาะให้เหมาะสมแก่การเจริญของเส้นใยเห็ดที่มีหมู่โพลีฟีนอลสามารถจับกับโลหะหนักได้ด้วยกลไกต่างกันสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

หลากหลาย เช่น ใช้เพาะเห็ดหลายชนิด ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรูปอัดเม็ด ใช้เป็นวัสดุประกอบในการก่อสร้าง ฯลฯ (สดุดี และคณะ, 2558)

ซีเลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุเพาะประเภทลิกโนเซลลูโลส สามารถใช้จุลินทรีย์ในการปรับสภาพ วัสดุเพาะและยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุเพาะด้วยเอนไซม์ รวมทั้งยังสามารถย่อย ลิกนินและเฮมิเซลลูโลสด้วย ส่วนเซลลูโลสนั้นถูกย่อยเพียงเล็กน้อย เนื่องจากเซลลูโลสมีความสามารถในการต้านทานการถูกย่อยจากจุลินทรีย์ ลิกโนเซลลูโลสมีการใช้จุลินทรีย์ในการปรับสภาพวัสดุเพาะ อาทิ เช่น *Phanerochaete chrysosporium* *Ceriporia lacerate* และ *Pleurotus ostreatus* เป็นจุลินทรีย์ ที่มีประสิทธิภาพสูงในการปรับสภาพด้วยกระบวนการทางชีวภาพ (Kumar et al, 2011)

รำละเอียดเป็นอาหารเสริมที่ใช้กันมาก เพราะรำอุดมไปด้วยโปรตีน และวิตามินบีซึ่งเห็ดต้องการ มาก เนื่องจากรำมีคุณค่าทางอาหารสูงจึงจำเป็นต้องการของเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ ที่เป็นศัตรูเห็ด ดังนั้น หากเติมรำมากเกินไป โอกาสที่จะทำให้ก้อนเชื้อเห็ดถูกรบกวนหรือเสีย เนื่องจากเชื้อราจึงมีอยู่ไม่มาก ควร ใช้อัตราส่วนที่พอดี คือ 6% จะได้ผลดีที่สุด ถ้าใช้มากกว่านี้จะเสียง่ายแต่ถ้าใช้น้อยกว่านี้จะให้ผลผลิตต่ำ

ปูนขาวหรือยิปซัม เห็ดจะเจริญได้ดีในสภาพเป็นกลาง ไม่เป็นกรดหรือด่างจัดเกินไป คือค่าความเป็น กรดต่างอยู่ที่ระดับ 6.5-7.2 แต่วัสดุที่นำมาใช้เป็นอาหารเห็ดนั้นส่วนมากจะไม่มีค่ากลางจึงจำเป็นต้อง ผสมปูนขาวและยิปซัม เพื่อให้วัสดุที่นำมาเพาะเห็ดมีสภาพค่าเป็นกลางพอดี

ดีเกลือ เป็นเกล็ดสีขาว มีธาตุแมกนีเซียม ซึ่งช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใยเร่งการเกิด ดอกเห็ดทำให้เห็ดออกดอกเร็วขึ้น แต่ไม่ควรใช้มีมากเกินไป เพราะจะทำให้ต้นดอกเห็ดยาวหมวกดอกเล็ก

กากน้ำตาลและน้ำหมักชีวภาพ ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใยเร่งการเกิดดอกและน้ำ จะทำให้อาหารของเห็ดมีความชื้นนิยมผสมน้ำ 60-70% โดยผสมน้ำไปพร้อมกับการผสมอาหารเห็ดอื่น ๆ น้ำจะช่วยในการย่อยสลายของอาหารเห็ด (วันชนะ, 2559)

2.3 หัวเชื้ออีเอ็ม (EM)

อีเอ็ม (EM) ย่อมาจาก Effective Microorganism หมายถึง กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ ที่ได้ คัดสรรเฉพาะจุลินทรีย์กลุ่มดีมาเลี้ยงรวมกันด้วยเทคนิคพิเศษ เพื่อนำมาช่วยให้เกิดมวลจุลินทรีย์ที่ไม่เป็น พิษและมีประโยชน์ต่อพืช สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วยจุลินทรีย์ 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (Photo Synthetic Bacteria)
2. กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria)

3. กลุ่มจุลินทรีย์ยีสต์ (Yeasts) (EMKYUSEI Co., Ltd., 2014)

2.3.1 คุณสมบัติและการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเห็ดของน้ำสกัดชีวภาพ

น้ำสกัดชีวภาพ (Bio-Extract) หรือน้ำหมักชีวภาพ หรือปุ๋ยน้ำชีวภาพหรืออีกหลากหลายชื่อเรียก เป็นภูมิปัญญาซึ่งมีเกษตรกรนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2545) โดยมีความหมายว่า สารละลายเข้มข้นสีน้ำตาลได้จากการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์หรือเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรด้วย จุลินทรีย์โดยการผสมกากน้ำตาลหรือน้ำตาลทรายเพื่อเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ซึ่งจะเกิดการหมัก ในสภาพที่มีออกซิเจนอยู่บ้าง (facultative-anaerobic condition) โดยกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ ทั้งแบบต้องการและไม่ต้องการออกซิเจน มักจะเป็นกลุ่มแบคทีเรีย *Bacillus* sp. *Lactobacillus* sp. *Streptococcus* sp. นอกจากนี้อาจพบเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger* *Penicillium* sp. *Rhizopus* sp. และยีสต์ได้แก่ *Candida* sp. และ *Saccharomyces* sp. (สุรียา, 2542) ทำหน้าที่ย่อยสลายเศษซาก พืชและสัตว์เหล่านั้นให้กลายเป็นสารละลาย ซึ่งเป็นกระบวนการตามธรรมชาตินอกจากนั้นยังมีการผสม กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์หรือเอนไซม์เพื่อช่วยในการย่อยสลายอีกทางหนึ่งด้วยเช่นกัน ซึ่งมักใช้กับน้ำ สกัดชีวภาพที่ผลิตจากสัตว์ (ปลา หอยเชอรี่และไข่) ทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายได้อย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ดังนั้น ในการผลิตน้ำสกัดชีวภาพ เกษตรกรสามารถพิจารณาการเกิดกิจกรรมที่ดีทางกายภาพใน ระหว่าง การหมัก มีรายงานว่าในขณะหมักอยู่ในถังหรือภาชนะ ควรสังเกตกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นเพื่อแสดง ว่ากระบวนการหมักเป็นไปอย่างต่อเนื่องและสมบูรณ์ดังนี้

การเจริญของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น โดยเกิดฝ้าขาวของโคโลนีของจุลินทรีย์อยู่ที่ผิวหน้าของวัสดุหมัก ในช่วง 1-3 วันหลังการหมักเนื่องจากจุลินทรีย์ดังกล่าวมีการใช้แหล่งคาร์บอนจากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหาร และพลังงานในการเจริญและเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น

การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีฟองก๊าซที่ผิวหน้าของวัสดุและใต้ผิววัสดุหมักจะมีก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น เนื่องจากในกระบวนการย่อยสลายของกลุ่มจุลินทรีย์พวกยีสต์และจุลินทรีย์ ผลิตรกรดอินทรีย์ในระหว่างเกิดกิจกรรมการหมักวัสดุ

การผลิตแอลกอฮอล์มากขึ้น สังเกตได้จากกลิ่นของแอลกอฮอล์ที่ค่อนข้างฉุน ซึ่งเกิดขึ้นจาก กิจกรรมของจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์และจุลินทรีย์ผลิตรกรดแลกติก

ความใสของสารละลาย ลักษณะสารละลายที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นของเหลวใสไม่ขุ่นและคloy ๆ เปลี่ยนแปลงสีโดยเป็นสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ เช่น กลุ่มจุลินทรีย์ผลิตรกรด แลกติกจะผลิตรกรดแลกติกออกมาเพื่อรักษาสภาพไม่ให้เกิดการเน่าเสีย (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

น้ำสกัดชีวภาพที่ผ่านกระบวนการหมักอย่างสมบูรณ์แล้ว สามารถสังเคราะห์จากบริเวณผิวหน้าของ น้ำสกัดมีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยลง กลิ่นแอมโมเนียจะลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์จำพวกยีสต์ได้ใช้น้ำตาลในการย่อยสลายเสร็จสิ้นแล้ว จึงทำให้กระบวนการและกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้แอลกอฮอล์ ผลิตรวดได้มากขึ้น ทำให้กิจกรรมของยีสต์ลดลง น้ำสกัดชีวภาพจึงมีกลิ่นเปรี้ยวเพิ่มขึ้น และที่ไม่ปรากฏฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากจุลินทรีย์มีกิจกรรมน้อยลงกระบวนการหมักจึงลดลง ทำให้การเกิดฟองก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยลงตามไปด้วยจนได้ของเหลวสีน้ำตาลและมีค่าความเป็นกรดสูง โดยมีค่าความเป็นกรดอยู่ที่ 3-4 (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

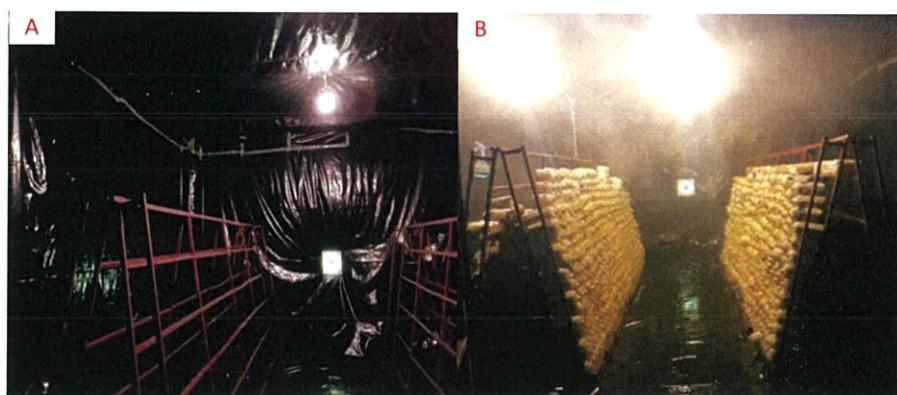
3.1 วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

- 1) ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
- 2) รำละเอียด
- 3) โดโลไมท์
- 4) ยิปซั่ม
- 5) น้ำหมักชีวภาพ ยี่ห้อ EM KYUSEI
- 6) กากน้ำตาล
- 7) น้ำ
- 8) เชื้อเห็ดนางฟ้าภูฐานที่เลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่าง
- 9) คอขวดพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว
- 10) ถังพลาสติกทึบร้อนขนาด 7x11 ตารางเซนติเมตร
- 11) ฝาปิดคอขวด
- 12) เศษผ้าฝ้าย
- 13) ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 14) กระจกบดแอลกอฮอล์
- 15) แอลกอฮอล์ 70 %
- 16) ตูตากแห้งจากแสงอาทิตย์
- 17) เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง (ยี่ห้อ GHL รุ่น DJ1002C, Capacity: 1000g/0.01g)
- 18) เครื่องกวนผสมวัสดุเพาะ
- 19) เครื่องอัดก้อนวัสดุเพาะ
- 20) หม้อนึ่งก้อนเพาะเห็ดขนาด 200 ลิตร
- 21) ซ้อนสแตนเลส
- 22) ที่คีบ
- 23) ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร
- 24) เครื่องวัดความชื้น
- 25) เครื่องวัดอุณหภูมิ

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.2.1 การเตรียมห้องที่ใช้เพาะเห็ดฯ

เนื่องจากทางบริษัท นีโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด มีห้องว่างที่ไม่ได้ใช้ดำเนินงาน จึงเล็งเห็นความสำคัญของการใช้พื้นที่ว่างให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทางบริษัทได้อนุญาตให้ใช้ห้อง และปรับปรุงสภาพห้องให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูกเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยทำการคลุมด้วยพลาสติกทึบร้อนสีดำให้ทั่วทั้งห้อง เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง ทำการจัดเรียงชั้นวางก้อนเห็ดทรงตัวเอ จำนวน 2 ชุด ติดตั้งหลอดไฟ เครื่องพ่นหมอก พัฒลมดูดอากาศเข้า-ออก และทำประตูเข้า 2 ชั้น โดยก่อนที่จะเข้าห้องเพาะเห็ดต้องทำการสวมเสื้อกาวน์และเปลี่ยนรองเท้าก่อน เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากภายนอก



รูปที่ 3.1 สภาพโรงเรือนเพาะเห็ดฯ ที่ปรับปรุงเสร็จสมบูรณ์

3.2.2 การเตรียมวัสดุในการทำก้อนเพาะเห็ดฯ โดยส่วนผสมมีอัตราส่วนคงที่ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมวัสดุเพาะในแต่ละชุดการทดลอง

ชุดการทดลอง	ส่วนผสม				
	ขี้เลื่อย (กก.)	รำ (กก.)	ยิปซัม (กก.)	โดโลไมท์ (กก.)	น้ำ EM (ลิตร)
1.วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม่ได้หมักน้ำ EM	100.00	7.00	0.5	2.00	-
2.วัสดุเพาะขี้เลื่อยหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	100.00	7.00	0.5	2.00	~3.00
3.วัสดุเพาะขี้เลื่อยหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	100.00	7.00	0.5	2.00	~3.00

หมายเหตุ : - คือ ไม่ได้เติม

3.2.3 การเตรียมน้ำหมัก EM

โดยจะทำการกระตุ้นเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำหมัก EM ด้วยการเติม EM 40 มิลลิลิตร กากน้ำตาล 40 มิลลิลิตร และน้ำ 4,000 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1:1:100) หมักทิ้งไว้ในถังที่ปิดฝาชนิดเป็นเวลา 3 วัน (ปราโมทย์, 2560)



รูปที่ 3.2 หัวเชื้อ EM ยี่ห้อ KYUSEI ที่ใช้ในการเตรียมน้ำหมัก EM



รูปที่ 3.3 การเตรียมน้ำหมัก EM โดยการเติมหัวเชื้อ EM กากน้ำตาล และน้ำสะอาด (อัตราส่วน 1:1:100)



รูปที่ 3.4 น้ำหมัก EM ที่ผ่านการหมักมา 3 วัน

3.2.4 การหมักซีเลื่อยด้วยน้ำ EM

โดยจะทำการหมักซีเลื่อย 100 กิโลกรัม เติมน้ำหมัก EM ประมาณ 3,300 มิลลิลิตร หมักในแผ่นพลาสติกทึบร้อนสีดำที่ปิดสนิท ไม่มีอากาศ (ปราโมทย์, 2560)



รูปที่ 3.5 การหมักวัสดุเพาะซีเลื่อยด้วยน้ำหมัก EM ในแผ่นพลาสติกที่ปิดมิดชิด ไม่มีอากาศ

3.2.5 วิธีการผสมวัสดุในการทำก้อนเพาะเห็ดฯ

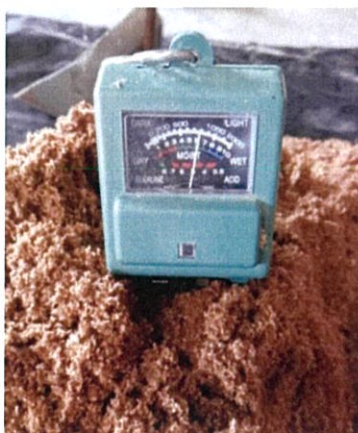
ทำการแบ่งชุดทดลองเป็น 3 ชุด ได้แก่ ชุดการทดลองที่ 1 สูตรควบคุม ชุดการทดลองที่ 2 หมัก EM 2 ชั่วโมง และชุดการทดลองที่ 3 หมัก EM 24 ชั่วโมง ซึ่งจะแต่ละชุดการทดลองจะมี 60 ตัวอย่าง นำส่วนผสมดังกล่าวข้างต้นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนผสมวัสดุเพาะ ปรับความชื้น 70-80% โดยเติมน้ำประมาณ 46 ลิตร และตรวจสอบความชื้นโดยใช้เครื่องวัดความชื้น



รูปที่ 3.6 การผสมวัสดุเพาะให้เข้ากันด้วยเครื่องกวนผสม



รูปที่ 3.7 การเติมน้ำ 46 ลิตร เพื่อปรับความชื้นวัสดุเพาะให้ได้ 70-80%



รูปที่ 3.8 การปรับความชื้นของวัสดุเพาะด้วยเครื่องวัดความชื้น

เมื่อได้ความชื้นที่ต้องการแล้ว จากนั้นบรรจุซีลียลงในถุงพลาสติกทึบร้อนน้ำหนัก 850-900 กรัม กระแทกกับพื้นพอประมาณและทุบให้แน่นพอประมาณ 2 ใน 3 ของถุง ใส่คอขวดปิดด้วยฝาปิดคอขวด



รูปที่ 3.9 การบรรจุวัสดุเพาะในถุงพลาสติก



รูปที่ 3.10 ก้อนเชื้อเห็ดฯ ที่บรรจุใส่ถุงพลาสติกเรียบร้อยแล้วก่อนนำไปฆ่าเชื้อ

3.2.6 วิธีการนึ่งฆ่าเชื้อก้อนเพาะเห็ดฯ

เตรียมวัสดุ อุปกรณ์การนึ่งฆ่าเชื้อ ได้แก่ เตาดเผา หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ ใส่น้ำในหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ แล้วไล่ชั้นวาง วางก้อนเพาะเห็ดบนชั้นวางเป็นชั้น ๆ จนเต็มถังแล้วปิดฝาอย่าให้แน่นจนเกินไป ต้มน้ำให้เดือดเริ่มจับเวลาตั้งแต่น้ำเดือดเป็นไอพุ่งออกมาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง) เมื่อครบ 3 ชั่วโมง นำก้อนเพาะเห็ดออกมาวางในที่อากาศถ่ายเทได้ดีปล่อยให้เย็นเพื่อรอใส่เชื้อเห็ดต่อไป



รูปที่ 3.11 เตาเผาและหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

3.2.7 การเชื้อเชื้อเห็ดฯ ลงในก้อนเพาะเห็ด

เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ให้พร้อม ได้แก่ ขวดเชื้อเห็ดฯ ที่เลี้ยงในเมล็ดข้าวฟ่าง ก้อนเพาะเห็ดฯ ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ คัดเลือกเชื้อเห็ดฯ ที่มีลักษณะ เส้นใยสีขาว พูเดินเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง ไม่มีราเขียว ราเหลือง ราแดงปะปน ไม่มีการรวมตัวของเส้นใยเห็ดเป็นก้อนหรือ ตุ่มดอก ขวดเชื้อเห็ดฯ อยู่ในสภาพไม่สกปรก

ทำความสะอาดห้องถ่ายเชื้อ นำก้อนเพาะเห็ดฯ ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ตะเกียงแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ สำลี อุปกรณ์ทุกชิ้นทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ ปิดประตูหน้าต่างให้ห้องอยู่ในสภาพอากาศนิ่ง



รูปที่ 3.12 ขวดเชื้อเห็ดฯ ในเมล็ดข้าวฟ่าง



รูปที่ 3.13 การนำขวดเชื้อเห็ดฯ ในเมล็ดข้าวฟ่างลงไฟก่อนนำมาหยอดเชื้อ

3.2.8 การวัดเส้นใย

ทำการวัดเส้นใย 3 ครั้ง คือ 1 15 และ 30 วัน เมื่อเส้นใยเดินเต็มก้อนจึงดึงจุลสำลีที่ปิดหน้าก้อนออกเพื่อทำการเปิดดอก

3.2.9 การดูแลรักษา

ทำการพ่นหมอกด้วยเครื่องพ่นหมอกในโรงเรือน โดยตั้งเวลาพ่นหมอก 15-25 นาที (ตามสภาพอากาศ) สลับกับพัดลมดูดอากาศออก และตรวจสอบสภาพก้อนเห็ด เช่น โรคราดำ ราส้ม ฝูงก้อนขาด ถ้าพบว่ามีความเสียหายหรือก้อนเห็ดเกิดโรคให้นำออกจากโรงเรือนทันที เพื่อนำไปทำลายทิ้ง

3.2.10 การเก็บผลการทดลอง

3.2.10.1 การเก็บข้อมูลผลผลิตของเห็ดฯ และระยะเวลาในการออกดอก

3.2.10.2 การเก็บข้อมูลผลการทดลองอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่สัมพันธ์กับผลผลิตในแต่ละวัน

3.2.10.3 การวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต

3.2.10.4 การเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ความชื้นภายในเห็ดฯ โดยการเก็บน้ำหนักสดมาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปตากด้วยแสงอาทิตย์จนแห้งเป็น 3 วัน จากนั้นนำเห็ดฯ ที่แห้งแล้วมาชั่งน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณน้ำที่หายไป และนำค่ามาวิเคราะห์กราฟแสดงผลระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของเห็ดฯ ที่ใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยง ซึ่งการชั่งน้ำหนักจะแยกชั่งส่วนดอก, ก้าน และโคนต้น

3.2.10.5 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (Statistical Package for the Social Science for Window) โดยการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น (descriptive) จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Scheffe ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P=0.05$) ของน้ำหนักผลผลิต

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดฯ โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อที่หมักด้วยน้ำหมัก EM ดังขั้นตอนและรายละเอียดที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการศึกษาตามลำดับ ดังนี้

4.1 ระยะเวลาและผลผลิตในการออกดอกเห็ดฯ

ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาในการออกดอกเห็ดฯ

ชุดการทดลอง	ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยเต็มถุงตั้งแต่วันที่หยอดเชื้อเห็ดฯ โดยเฉลี่ย (วัน)	ระยะเวลาของผลผลิตเชื้อเห็ดฯ ตั้งแต่วันที่เปิดดอกโดยเฉลี่ย (วัน)		
		รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3
1. วัสดุเพาะเชื้อไม่ได้หมักน้ำ EM	35	20	38	44
2. วัสดุเพาะเชื้อหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	35	19	37	44
3. วัสดุเพาะเชื้อหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	31	19	34	41

เมื่อทำการหยอดเชื้อเห็ดฯ ลงในถุงที่บรรจุวัสดุเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มในโรงเรือนเพื่อทำการศึกษาระยะเวลาการเจริญของเส้นใย พบว่าชุดการทดลองที่ 3 ใช้ระยะเวลาการเจริญของเส้นใยเต็มถุงนับตั้งแต่วันที่หยอดเชื้อเห็ดฯ โดยเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 31 วัน ซึ่งชุดการทดลองที่ 1 และ 2 จะช้ากว่าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 35 วัน และเมื่อทำการเปิดดอกเพื่อให้ได้ผลผลิต พบว่าชุดการทดลองที่ 3 ใช้ระยะเวลาของผลผลิตเชื้อเห็ดฯ ที่ออกดอกทั้ง 3 รุ่น อยู่ที่ 19 34 และ 41 วัน ตามลำดับ ซึ่งใช้ระยะเวลาน้อยกว่าชุดการทดลองที่ 2 และ 1 ตามลำดับ

จุลินทรีย์ที่ถูกกระตุ้นสามารถเพิ่มกิจกรรมของเอนไซม์ได้ (Payel et al., 2011) ส่งผลให้ EM มีผลต่อการย่อยสลายวัสดุเพาะจำพวกลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส จะทำให้มีปริมาณของน้ำตาล

กลูโคสเพิ่มมากขึ้นและรวดเร็วกว่าการไม่ได้หมัก ซึ่งน้ำตาลกลูโคสนี้เป็นอาหารที่เห็ดสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงาน ในการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มรอบในการออกผลผลิตได้ (วิทยา, 2543)

ตารางที่ 4.2 ผลผลิตของเชื้อเห็ดฯ ที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว

ชุดการทดลอง	น้ำหนักแต่ละรุ่น (กรัม)			น้ำหนักของชุดการทดลอง (กรัม)
	รุ่นที่ 1	รุ่นที่ 2	รุ่นที่ 3	
1. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดไม่ได้น้ำ EM	2,592.87	2,031.37	534.15	5,158.39
2. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	2,164.94	2,271.46	548.49	4,984.89
3. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	2,307.31	2,022.85	1,078.93	5,409.09
รวมน้ำหนักในแต่ละรุ่น (กรัม)	7,065.12	6,325.68	2,161.57	15,552.37

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาตารางที่ 4.2 ผู้วิจัยได้ทำการตัดแต่งผลผลิตโดยการตัดบริเวณโคนต้น ที่มีเศษข้าวฟ่างหรือเศษวัสดุเพาะทิ้งไปเพื่อให้เหมาะสมแก่การออกจำหน่ายจะได้ผลผลิตของเชื้อเห็ดฯ ที่ผ่านการตัดแต่ง โดยรวมผลผลิตของชุดการทดลองที่ 3 มากที่สุด เท่ากับ 5,409.09 กรัม รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ 1 เท่ากับ 5,158.39 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 คือ 4,984.89 กรัม ตามลำดับ

การขยายหัวเชื้อ EM ด้วยกากน้ำตาลและน้ำ ในอัตราส่วน 1:1:100 หมักเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้กระบวนการหมักมีปริมาณของกรดอินทรีย์สูง โดยกรดอินทรีย์ในน้ำหนักชีวภาพที่พบได้แก่ กรดแลกติกกรดอะซิติก เป็นต้น ซึ่งความเป็นกรดในน้ำหมักชีวภาพส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือกำจัดจุลินทรีย์หลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์กลุ่มก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะแวดล้อมที่มี pH น้อยกว่า 4.00 (งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชนบทและชุมชน, 2550) ส่งผลให้ชุดการทดลองที่ 2 ที่มีการหมักวัสดุเพาะเชื้อเห็ดด้วยน้ำ EM เพียง 2 ชั่วโมงจึงให้ผลผลิตน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตของชุดการทดลองที่ 3 ในรุ่นที่ 3 กับผลผลิตรุ่นเดียวกันในชุดการทดลองอื่น พบว่าชุดการทดลองที่ 3 ให้ผลผลิตได้มากกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 เป็นผลมาจากมีรอบในการออกผลผลิตได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองตารางที่ 4.1

สำหรับปัจจัยของสิ่งไม่มีชีวิตที่มีผลต่อการเจริญของดอกเห็ด ซึ่งเห็ดจัดอยู่ในจำพวกราที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างพืชสีเขียวทั่วไป อาหารของเห็ดจึงได้จากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุที่ผุพังและอาหารที่เห็ดย่อยง่ายขึ้นคือกลูโคส เห็ดหลายชนิดสามารถเจริญได้ดีบนอาหารจำพวกแป้ง เซลลูโลส ลิกนิน แต่สำหรับเห็ดบางชนิดก็เลือกที่จะย่อยไม้ มูลสัตว์ และปุ๋ยหมัก (ณัฐภูมิ และ คมสัน, 2552)

ตารางที่ 4.3 จำนวนก้อนเห็ดฯ ที่ออกดอก

ชุดการทดลอง	รุ่นที่ 1 (ก้อน)	รุ่นที่ 2 (ก้อน)	รุ่นที่ 3 (ก้อน)	เฉลี่ยต่อก่อน (กรัม)
1. วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงไม้ได้หมักน้ำ EM	59	51	17	87.43
2. วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	59	57	17	84.49
3. วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	60	57	33	90.19

จากข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาดังตารางที่ 4.3 พบว่าชุดการทดลองที่ 3 ให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อก่อนสูงที่สุดอยู่ที่ 90.19 กรัม รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 1 ให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อก่อนอยู่ที่ 87.43 กรัม และชุดการทดลองที่ 2 ให้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยต่อก่อนอยู่ที่ 84.49 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 (ภาคผนวก ข) ดังนั้น EM ไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักแต่มีผลต่อผลผลิตคือ ชุดการทดลองที่ 3 ให้ผลผลิตรวมสูงที่สุด เพราะมีระยะรอบในการออกดอกสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของเห็ดฯ ที่มีการใช้เชื้อเลี้ยงไม้ได้ 50% + ฟางสับหมัก EM 50% มีน้ำหนักดอกเห็ด คือ 175.11 กรัมต่อก่อน และเป็นชุดทดลองที่ให้น้ำหนักผลผลิตมากที่สุด ส่วนในชุดการทดลองที่มีการใช้เชื้อเลี้ยงไม้เนื้ออ่อน 100%, เชื้อเลี้ยงไม้ได้ 25% + ฟางสับหมัก EM 75%, เชื้อเลี้ยงไม้ได้ 75% + ฟางสับหมัก EM 25% และเชื้อเลี้ยงไม้ได้ 100% พบว่าให้น้ำหนัก คือ 118.30 110.12 98.00 และ 118.89 กรัมต่อก่อนตามลำดับ (สุภาพร และ ปริญญา, 2556) เนื่องจากฟางข้าวสามารถใช้เป็นวัสดุคลุมดินหรือใช้รักษาความชื้นในการเพาะเห็ดได้ดี (เทวรัตน์, 2558) จึงทำให้วัสดุเพาะภายในก้อนโปร่ง ร่วนซุย เพราะอินทรีย์วัตถุที่ได้จากการย่อยสลายของฟางข้าวจะเข้าไปแทรกอยู่ตามช่องว่าง ทำให้เกิดโครงสร้างที่สามารถดูดซับน้ำได้ จึงทำให้เกิดการเจริญและแพร่กระจายของเส้นใยได้มากขึ้น ภายในก้อนมีการระบายอากาศมากขึ้น (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) แสดงให้เห็นว่าวัสดุเพาะที่แตกต่างกันให้ผลผลิตในแต่ละครั้งก็แตกต่างกันอีกด้วย (Rupitak, Q. et al, 2016)

4.2 ระยะเวลาการเจริญของเส้นใย

หลังจากหยอดเชื้อเห็ดฯ แล้ว ผู้วิจัยจะทำการบันทึกภาพการเจริญของเส้นใย 3 ครั้ง คือ วันที่ 1 15 และ 30 ตามลำดับ โดยนับตั้งแต่วันที่หยอดเชื้อฯ เป็นวันที่ 1

4.2.1 การเจริญของเส้นใยครั้งที่ 1



รูปที่ 4.1 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 1



รูปที่ 4.2 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 1

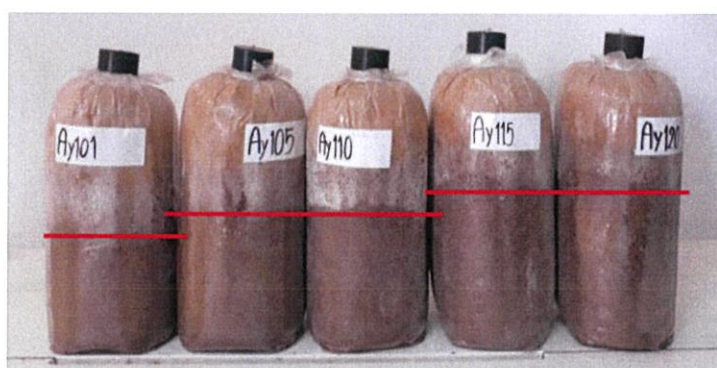


รูปที่ 4.3 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 3

4.2.2 การเจริญของเส้นใยครั้งที่ 2



รูปที่ 4.4 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.5 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 2

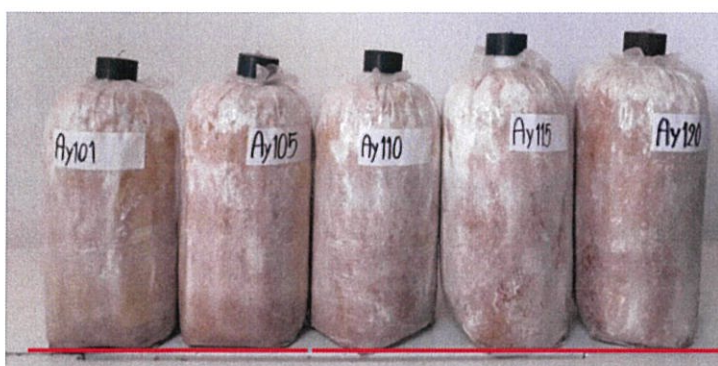


รูปที่ 4.6 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 3 ครั้งที่ 2

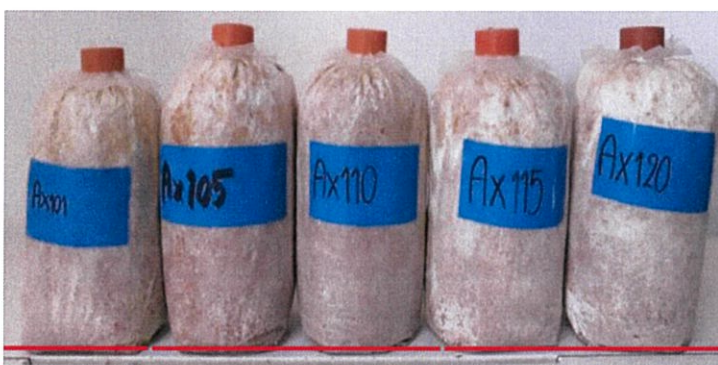
4.2.3 การเจริญของเส้นใยครั้งที่ 3



รูปที่ 4.7 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 1 ครั้งที่ 3



รูปที่ 4.8 การเจริญของเส้นใยชุดการทดลองที่ 2 ครั้งที่ 3



รูปที่ 4.9 การเจริญของเส้นใยชุดทดลองที่ 3 ครั้งที่ 3

การเจริญของเส้นใยทั้ง 3 ชุดการทดลองแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง เมื่อสังเกตการเจริญของเส้นใยครั้งที่ 2 จะเห็นได้ว่า ชุดการทดลองที่ 3 เจริญได้ดีและรวดเร็วกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 ส่วนการเจริญของเส้นใยครั้งที่ 3 ในชุดการทดลองที่ 3 มีเส้นใยสีขาวเข้มกว่าชุดการทดลองที่ 1 และ 2 นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การนำ EM มาใช้ในการเกษตรเพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป เช่น เพื่อปรับปรุงดิน ผลิตปุ๋ยหมัก ป้องกันโรคและแมลงในพืชและสัตว์ รวมทั้งนำมาใช้ในการเพาะเห็ด พบว่านำไปใช้กับเห็ดฟาง เห็ดหูหนู และเห็ดนางฟ้า โดยการผสมกับวัสดุเพาะและผสมน้ำรดจะทำให้เห็ดคงทนนุ่ม และยังมีผลต่อเชื้อราที่หมักก่อนทำก้อนเห็ด ทำให้เชื้อราในก้อนเห็ดนุ่มขึ้น เส้นใยเจริญได้ดี ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราอื่น ๆ หรือเกิดขึ้นได้น้อย (ยงยุทธ, 2539 และ นิรนาม, 2539)

4.3 ต้นทุนที่ใช้ในการผลิต

ตารางที่ 4.4 ราคาต้นทุนที่ใช้ในการผลิตก้อนเห็ดฯ

ชุดการทดลอง	ราคาต้นทุน (บาทต่อก้อน)
1. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดไม่ได้หมักน้ำ EM	3.000
2. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	3.062
3. วัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	3.062

จากตารางที่ 4.4 พบว่าราคาต้นทุนของทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกันมาก (ภาคผนวก ข) ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นว่าชุดการทดลองที่ 3 ให้ผลผลิตมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ 1 ที่มีราคาต้นทุนน้อยกว่า แต่ให้ผลผลิตได้ไม่เท่าที่ควร ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ

4.4 ผลผลิตโดยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละวัน

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลผลผลิต อุณหภูมิ และความชื้นเป็นเวลา 86 วัน นับตั้งแต่วันที่เข้าบ่มก่อนเห็ดฯ โดยผลผลิตที่ได้ในแต่ละวันเป็นการรวมผลผลิตของทุกรุ่นและทุกชุดการทดลองแสดงความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้น (ภาคผนวก ค) โดยอุณหภูมิในโรงเรือนเป็นอุณหภูมิตามสภาพธรรมชาติ ซึ่งในช่วงระยะเวลาเปิดดอก จะเป็นช่วงระยะเวลาที่เกิดการกระตุ้นให้ออกดอก มีรายงานว่าเมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเต็มวัสดุเพาะ สามารถนำไปกระตุ้นให้เกิดดอกได้ โดยมีปัจจัยสำคัญของการเกิดดอกได้แก่ ต้องการพักตัวในการสะสมอาหารก่อนการเปิดดอก สภาพอากาศในโรงเรือนควรถ่ายเทได้ปานกลาง อุณหภูมิที่ต้องการคือ 24-30 องศาเซลเซียส มีความชื้นอยู่ที่ 80-85% (ชมรมคนรักเห็ด, 2546) แต่อุณหภูมิในการทดลองนี้ค่อนข้างสูง (เปิดดอกวันที่ 36) ทำให้การออกดอกช้ากว่าปกติ และพบว่าในช่วงวันที่ 72-75 ได้ผลผลิตค่อนข้างสูง สังเกตได้จากในช่วงวันที่ 68-72 มีอุณหภูมิประมาณ 26-29 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การกระตุ้นในการออกดอก ส่วนความชื้นขณะที่ทำการทดลองในช่วงวันที่ 44-86 ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากใช้เครื่องผลิตไอน้ำแทนการให้น้ำ ทำให้ความชื้นในห้องเพาะเห็ดสามารถควบคุมได้ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญ แสดงให้เห็นว่าเห็ดใช้ความชื้นในการเจริญ (สุภาพร และ ปริญญา, 2556) ซึ่งผลผลิตในช่วงวันที่ 72-75 จึงค่อนข้างสูงเช่นกัน มีแนวโน้มว่า ถ้าต้องการให้ได้ผลผลิตมาก ต้องมีความชื้นและลดอุณหภูมิลงให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้น แล้วจึงเพิ่มอุณหภูมิเพื่อให้เห็ดออกดอก

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน พบว่าเห็ดนางฟ้าฯ ที่ผ่านการตัดแต่งรวมทั้ง 3 รุ่นของชุดการทดลองวัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง ให้ผลผลิตเท่ากับ 5,409.09 กรัม ซึ่งเป็นชุดการทดลองที่ให้ผลผลิตมากที่สุด และเมื่อศึกษาระยะเวลาในการออกดอกของเห็ด พบว่าวัสดุเพาะเชื้อเห็ดหมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง มีระยะเวลาการเกิดผลผลิตเชื้อเห็ดฯ ตั้งแต่วันที่เปิดดอกโดยเฉลี่ย ของทั้ง 3 รุ่นเร็วที่สุดคือ 19 34 และ 41 วัน ตามลำดับ

การหมักวัสดุเพาะเชื้อเห็ดด้วยน้ำ EM นั้นไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของเห็ดนางฟ้า แต่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิต กล่าวคือ EM ช่วยในการย่อยสลายวัสดุเพาะเชื้อเห็ด คือ ลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส จะทำให้มีปริมาณของน้ำตาลกลูโคสเพิ่มมากขึ้นและรวดเร็วว่าการไม่ได้หมัก ซึ่งน้ำตาลกลูโคสนี้เป็นอาหารที่เห็ดฯสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโตและช่วยเพิ่มรอบในการออกผลผลิตได้

จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของโรงเรือนเพาะเห็ด บริษัท นิโอเฮาส์ โปรดักส์ จำกัด พบว่าช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกดอกคือ 26-29 องศาเซลเซียส และช่วงความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมอยู่ที่ร้อยละ 91-99 จากผลการทดลองที่ได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพิจารณาการเลือกหาสารชีวภาพที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดและราคาไม่แพง มาใช้ในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดฯ ในถุงพลาสติกที่จะช่วยเร่งการออกดอกในระยะเวลาที่สั้นลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาระยะเวลาการหมักวัสดุเพาะเชื้อเห็ดเพิ่มเติม เนื่องจากการทดลองนี้ใช้ระยะเวลาหมักเพียง 2 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง
2. ควรมีการศึกษาการเลือกใช้สารชีวภาพจากเศษขยะหรือของเสียจากครัวเรือน ที่สามารถลดปริมาณขยะและประหยัดค่าใช้จ่าย เพื่อเป็นอีกทางเลือกในการใช้เพาะเห็ด
3. เลือกใช้วัสดุเพาะที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรชนิดอื่น เช่น ฟางข้าว

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2545. น้ำสกัดชีวภาพและปุ๋ยหมักแห้งชีวภาพ. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545, คู่มือการผลิตและใช้ประโยชน์ของน้ำหมักชีวภาพ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 46.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 547 หน้า.
- งานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อชนบทและชุมชน ศูนย์บริหารจัดการเทคโนโลยี. 2550. น้ำหมักชีวภาพ เทคโนโลยีเพื่อความพอเพียง สุนวัตกรรมเพื่อสุขภาพชุมชนที่ยั่งยืน. ปทุมธานี: สำนักงานพัฒนางานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ชมรมคนรักเห็ด กรมวิชาการ กรุงเทพมหานคร. 2546. การกระตุ้นให้ออกดอก. [Online]. Available: <https://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest2003/100team/dlbs004/kaomonhed.html>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิ.ย. 2561
- ณัฐภูมิ สุดแก้ว และคมสันต์ หุตะแพทย์. 2552. การเพาะเห็ดสวนครัว. กรุงเทพฯ: เกษตรธรรมชาติ.
- เดิมพงศ์ แสงปรณกิจ. (2556). เห็ดนางรม. กรุงเทพฯ: มปป.
- เทวรัตน์ ตรีอำรรค. (2558). การใช้ประโยชน์จากฟางข้าว: กรณีศึกษาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลผลิตทางการเกษตร. รายงานการวิจัย. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- นิรนาม. 2539. โครงการทดลองใช้อีเอ็มกับการเพาะเห็ด. เกษตรควิชา. 3(9): 44-49.
- ปราโมทย์ ศิริโรจน์ ให้สัมภาษณ์, 19 มกราคม 2561. กัลย์สุตา อังควิสิฐพันธ์ ผู้สัมภาษณ์. การขยายหัวเชื้อ EM. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยงยุทธ ขจรวิทย์. 2538. โครงการวิจัย EM และผลของการใช้ต่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อม. วิชาการปริทัศน์. 3(12): 11-12
- วันชนะ สติธิชัย. 2559. อาหารเห็ด. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/banhed01/home/xahar-hed>. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิ.ย. 2561

- วิทยา เหล็กไหล.(2543). การเพาะเห็ดนางรมบนก้อนเชื้อขี้เลื่อยที่ถูกย่อยสลายโดยการหมัก. รายงานฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ศิวพร ศิริเขตต์. (2544). ผลของสมุนไพรต่อผลผลิตและการตอบโต้ของเห็ดนางฟ้า. โครงการพิเศษ. คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา. หน้า 1-15.
- สดุดี และคณะ. 2558. กระบวนการไฮโดรไลซิสขี้เลื่อยไม้ยางพาราด้วยกรดเพื่อผลิตน้ำตาลรีดิวซ์. โครงการพิเศษ. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุภาพร พงศ์รพฤกษ์ และปริญญา ไกรวุฒินันท์. 2556. “การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยไม้ไม่เหลือทิ้งจากการทำตะเกียบมาผลิตเป็นวัสดุเพาะเห็ด”. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. 5(พิเศษ): 25
- สุรียา สาสนรักกิจ. 2542. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ. ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 25 หน้า (อัดสำเนา).
- อิสรา เจียนิวัตต์ และเอกชนก เทียนทอง. 2546. การวิเคราะห์หาเอนไซม์แอลกอฮอล์ดีไฮโดรจีเนสจากเห็ดที่กินได้ (วงศ์ Auriculariaceae, Ganodermataceae และ Pleurotaceae) เพื่อผลิตไวน์ทดแทนยีสต์. โครงการพิเศษ. สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Ahmad, R., D. Habib, Ehsanullah and A.U. Rehman. 2012. Complimentary effect of organic manures on the agronomic traits of spring maize. Crop Environ. 3(1-2): 28-31.
- Bano, Z., Bhagya, S. and Srinivasan, K. S. 1981. Essential amino acid composition and proximate analysis of the mushroom *Pleurotus eous* and *P. florida*. Mushroom Newsl. Trop. 1(3): 6-10.
- Dubey, R.S. 2005. Photosynthesis in plants under stressful conditions. Handbook of Photosynthesis. 2nd ed . CRC Press, Florida, pp. 479–497.
- EMKYUSEI.Co.,Ltd. 2014. หัวเชื้ออีเอ็มคิวเซ. [Online]. Available : <http://www.emkyusei.com/em.html>.

- Hu, C. and Y. Qi. 2013. Long-term effective microorganism's application promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. *Eur. J. Agron.* 46: 63-67. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.12.003>
- Khalique, A., M.K. Abassi and T. Hussain. 2006. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresour. Technol.* 97: 967-972. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.002>
- Kumar S., Singh, S.P., Misha, I.M., Adhikari and D.K. 2011. Continuous ethanol production by *Kluyveromyces* sp. IIPE453 immobilized on bagasse chips in packed bed reactor, *Journal of Petroleum Technology and Alternative Fuels*, 2(1): 1-6.
- Marcelo Barba Bellettini^{a,*}, Fernanda Assumpção Fiorda ^a, Helayne Aparecida Maieves^a, Gerson Lopes Teixeira^a, Suelen Ávila^a, Polyanna Silveira Hornung^a, Agenor Maccari Júnior^b, Rosemary Hoffmann Ribani^a. 2016. "Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp." *Saudi Journal of Biological Sciences*. King Saud University.
- Pagoti Hemalatha. 2016. "Influence of substrates and growing techniques on yield performance of Indian oyster mushroom *Pleurotus pulmonarius*." Degree of Master of Science in Agriculture (Plant Pathology). Thesis of Orissa University of Agriculture and Technology.
- Payel, S., Mukesh, M., Rajni, S., 2011. Microbial consortium: a new approach in effective degradation of organic kitchen wastes. *Int. J. Environ. Sci. Dev.* 2 (3), 170e174.
- Rupitak, Q.^{1,*}, Peepanich, J.¹, Dawrung, R.¹ and Sophe, G.² 2559. "Study on Mycelial Growth and Yield of Bhutanese Oyster Mushroom (*Pleurotus pulmonarius*) by Using Bagasse and Ground Bagasse as Material." *Songklanakarin Journal of Plant Science*, Vol. 3, Suppl. (III): M11/48-53, 2016.
- University of Reading. MATH 2.2: Introducing co-ordinate geometry. [Online]. Available : http://www.physics.brocku.ca/PPLATO/h-flap/math2_2.html

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

Descriptives
น้ำหนักผลผลิต

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ไม่ได้หมักน้ำ EM	59	87.4303	31.39093	4.08675	79.2498	95.6109	21.37	150.12
หมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	59	84.4897	22.76191	2.96335	78.5579	90.4214	30.03	138.96
หมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	60	90.1853	23.37538	3.01775	84.1468	96.2238	12.35	136.21
Total	178	87.3843	26.08179	1.95491	83.5263	91.2422	12.35	150.12

Scheffe^{a,b}

ชุดการทดลอง	N	Subset for alpha = 0.05
		1
หมักน้ำ EM 2 ชั่วโมง	59	84.4897
ไม่ได้หมักน้ำ EM	59	87.4303
หมักน้ำ EM 24 ชั่วโมง	60	90.1853
Sig.		.496

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 59.330.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

ภาคผนวก ข

การคำนวณต้นทุนในการผลิตก้อนเชื้อเห็ดฯ

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดชุดการทดลองที่ 1

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดฯ *

1. ขี้เลื่อย	14,000	กิโลกรัม	25,000 บาท
2. รำ	1	กิโลกรัม	9 บาท
3. โดโลไมท์	25	กิโลกรัม	100 บาท
4. ยิปซัม	25	กิโลกรัม	100 บาท
5. ถูพลาสติก	200	ชิ้น	66 บาท
6. คอขวดพลาสติก	1,000	ชิ้น	165 บาท
7. ฝาพลาสติก	1,000	ชิ้น	245 บาท
8. หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ขวด	9 บาท

วิธีการคำนวณต้นทุนการผลิตก้อนเห็ดฯ

1. สูตรที่ใช้ทำก้อนเห็ดเปรียบเทียบเป็นราคาต้นทุนในการผลิตชุดการทดลองที่ 1

ขี้เลื่อย	100	กิโลกรัม	178.57 บาท
รำ	7	กิโลกรัม	63 บาท
โดโลไมท์	2	กิโลกรัม	8 บาท
ยิปซัม	0.5	กิโลกรัม	2 บาท
รวม	109.5	กิโลกรัม	251.57 บาท
ผลรวมน้ำหนักชุดการทดลองควบคุม	54.37	กิโลกรัม	124.91 บาท
น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนชุดการทดลองที่ 1	906.2	กรัม	2.08 บาทต่อก้อน

2. ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองที่ 1 (ทั้งหมด)

น้ำหนักเฉลี่ยต่อก้อนชุดการทดลองที่ 1	906.2	กรัม	2.08 บาท
ถูพลาสติก	1	ชิ้น	0.33 บาท
คอขวดพลาสติก	1	ชิ้น	0.165 บาท
ฝาพลาสติก	1	ชิ้น	0.245 บาท
หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ก้อน	<u>0.18 บาท</u>
ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองควบคุม	1	ก้อน	<u>3.00 บาทต่อก้อน</u>

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดชุดการทดลองที่ 2

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดฯ *

1. ขี้เลื่อย	14,000	กิโลกรัม	25,000 บาท
2. รำ	1	กิโลกรัม	9 บาท
3. โดโลไมท์	25	กิโลกรัม	100 บาท
4. ยิปซั่ม	25	กิโลกรัม	100 บาท
5. หัวเชื้อ EM **	1	ลิตร	90 บาท
6. กากน้ำตาล **	20	ลิตร	440 บาท
7. ถุงพลาสติก	200	ชิ้น	66 บาท
8. คอขวดพลาสติก	1,000	ชิ้น	165 บาท
9. ฝาพลาสติก	1,000	ชิ้น	245 บาท
10. หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ขวด	9 บาท

วิธีการคำนวณต้นทุนการผลิตก้อนเห็ดฯ

1. สูตรที่ใช้ทำก้อนเห็ดเปรียบเทียบเป็นราคาต้นทุนในการผลิตชุดการทดลองที่ 2

ขี้เลื่อย	100	กิโลกรัม	178.57 บาท
รำ	7	กิโลกรัม	63 บาท
โดโลไมท์	2	กิโลกรัม	8 บาท
ยิปซั่ม	0.5	กิโลกรัม	2 บาท
รวม	109.5	กิโลกรัม	251.57 บาท
ผลรวมน้ำหนักชุดการทดลองควบคุม	54.37	กิโลกรัม	124.91 บาท
น้ำหนักเฉลี่ยต่อก่อนชุดการทดลองควบคุม	906.2	กรัม	2.08 บาทต่อก่อน

2. ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองที่ 2 (ทั้งหมด)

น้ำหนักเฉลี่ยต่อก่อนชุดการทดลองควบคุม	906.2	กรัม	2.08 บาท
ถุงพลาสติก	1	ชิ้น	0.33 บาท
คอขวดพลาสติก	1	ชิ้น	0.165 บาท
ฝาพลาสติก	1	ชิ้น	0.245 บาท
หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ก้อน	0.18 บาท
หัวเชื้อ EM	0.04	ลิตร	0.018 บาท
กากน้ำตาล	0.04	ลิตร	0.044 บาท
ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองที่ 2	1	ก้อน	<u>3.062 บาทต่อก่อน</u>

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดชุดการทดลองที่ 3

ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดฯ *

1. ขี้เลื่อย	14,000	กิโลกรัม	25,000 บาท
2. รำ	1	กิโลกรัม	9 บาท
3. โดโลไมท์	25	กิโลกรัม	100 บาท
4. ยิปซั่ม	25	กิโลกรัม	100 บาท
5. หัวเชื้อ EM **	1	ลิตร	90 บาท
6. กากน้ำตาล **	20	ลิตร	440 บาท
7. ถุงพลาสติก	200	ชิ้น	66 บาท
8. คอขวดพลาสติก	1,000	ชิ้น	165 บาท
9. ฝาพลาสติก	1,000	ชิ้น	245 บาท
10. หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ขวด	9 บาท

วิธีการคำนวณต้นทุนการผลิตก้อนเห็ดฯ

1. สูตรที่ใช้ทำก้อนเห็ดเปรียบเทียบเป็นราคาต้นทุนในการผลิตชุดการทดลองที่ 3

ขี้เลื่อย	100	กิโลกรัม	178.57 บาท
รำ	7	กิโลกรัม	63 บาท
โดโลไมท์	2	กิโลกรัม	8 บาท
ยิปซั่ม	0.5	กิโลกรัม	2 บาท
รวม	109.5	กิโลกรัม	251.57 บาท
ผลรวมน้ำหนักชุดการทดลองที่ 3	54.37	กิโลกรัม	124.91 บาท
น้ำหนักเฉลี่ยต่อก่อนชุดการทดลองที่ 3	906.2	กรัม	2.08 บาทต่อก่อน

2. ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองที่ 3 (ทั้งหมด)

น้ำหนักเฉลี่ยต่อก่อนชุดการทดลองควบคุม	906.2	กรัม	2.08 บาท
ถุงพลาสติก	1	ชิ้น	0.33 บาท
คอขวดพลาสติก	1	ชิ้น	0.165 บาท
ฝาพลาสติก	1	ชิ้น	0.245 บาท
หัวเชื้อข้าวฟ่างเห็ดนางฟ้าภูฐาน	1	ก้อน	0.18 บาท
หัวเชื้อ EM	0.04	ลิตร	0.018 บาท
กากน้ำตาล	0.04	ลิตร	<u>0.044 บาท</u>
ราคาต้นทุนรวมของชุดการทดลองที่ 3	1	ก้อน	<u>3.062 บาทต่อก่อน</u>

หมายเหตุ: * ปริมาณและราคาของวัสดุที่ใช้ทำก้อนเห็ดฯ เป็นไปตามบริษัท นิโอเฮ้าส์ โปรดัคส์ จำกัด

** หัวเชื้อ EM และ กากน้ำตาล 1 ครั้ง (0.04 ลิตร) สามารถผลิตได้ประมาณ 200 ก้อน

ภาคผนวก ค

ข้อมูลดิบ

ตารางบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละวัน

ระยะเวลา (วัน)	วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)	ผลผลิตทุกชุดการทดลอง/วัน (กรัม)
1	28/1/2561	29	55	0
2	29/1/2561	29.75	66	0
3	30/1/2561	28.2	90	0
4	31/1/2561	26	99	0
5	1/2/2561	23.65	91.5	0
6	2/2/2561	23.65	89	0
7	3/2/2561	23.65	90.25	0
8	4/2/2561	22.975	90.25	0
9	5/2/2561	23.65	96.5	0
10	6/2/2561	22.3	84	0
11	7/2/2561	22.6	87	0
12	8/2/2561	24.25	92	0
13	9/2/2561	26.2	99	0
14	10/2/2561	26.7	99	0

ระยะเวลา (วัน)	วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)	ผลผลิตทุกชุดการทดลอง/วัน (กรัม)
15	11/2/2561	27.625	77.75	0
16	12/2/2561	28.55	56.5	0
17	13/2/2561	26.7	73.5	0
18	14/2/2561	27	99	0
19	15/2/2561	27.95	99	0
20	16/2/2561	28.4	81	0
21	17/2/2561	29.75	86	0
22	18/2/2561	31.1	91	0
23	19/2/2561	29	92	0
24	20/2/2561	30.45	97	0
25	21/2/2561	30.5	91.5	0
26	22/2/2561	29.9	99	0
27	23/2/2561	28.5	99	0
28	24/2/2561	30.45	95	0
29	25/2/2561	30.3	97	0
30	26/2/2561	29.95	95	0
31	27/2/2561	28.6	93	0
32	28/2/2561	29.4	94.5	0

ระยะเวลา (วัน)	วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)	ผลผลิตทุกชุดการทดลอง/วัน (กรัม)
33	1/3/2561	33.15	90	0
34	2/3/2561	31.7	98	0
35	3/3/2561	33.4	95.75	0
36	4/3/2561	33.5	93.5	0
37	5/3/2561	33.4	88.5	0
38	6/3/2561	32.4	93	0
39	7/3/2561	32.1	92	0
40	8/3/2561	30.6	88.5	0
41	9/3/2561	27.7	94.5	0
42	10/3/2561	26.85	93.5	0
43	11/3/2561	27.85	91	0
44	12/3/2561	28.55	99	0
45	13/3/2018	29.95	99	32.18
46	14/3/2018	29.75	99	250.41
47	15/3/2018	29.8	99	322.69
48	16/3/2018	29.7	99	268.75
49	17/3/2018	30.45	99	298.29
50	18/3/2018	31.85	99	492.58

ระยะเวลา (วัน)	วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)	ผลผลิตทุกชุดการทดลอง/วัน (กรัม)
51	19/3/2018	31.5	99	719.21
52	20/3/2018	31.65	99	465.27
53	21/3/2018	29.1	96	261.58
54	22/3/2018	27.65	98.5	301.88
55	23/3/2018	28.9	98.5	951.6
56	24/3/2018	29.55	99	1377.89
57	25/3/2018	30.45	99	895.48
58	26/3/2018	30.5	99	545.73
59	27/3/2018	29.75	99	247.7
60	28/3/2018	30.35	96	334.24
61	29/3/2018	30.7	98	22.81
62	30/3/2018	30.2	87	121.08
63	31/3/2018	30.25	91.5	532.72
64	1/4/2018	29.4	99	266.84
65	2/4/2018	29.6	99	209.45
66	3/4/2018	30.5	99	122.42
67	4/4/2018	31.5	99	27.69
68	5/4/2018	30.3	99	275.13

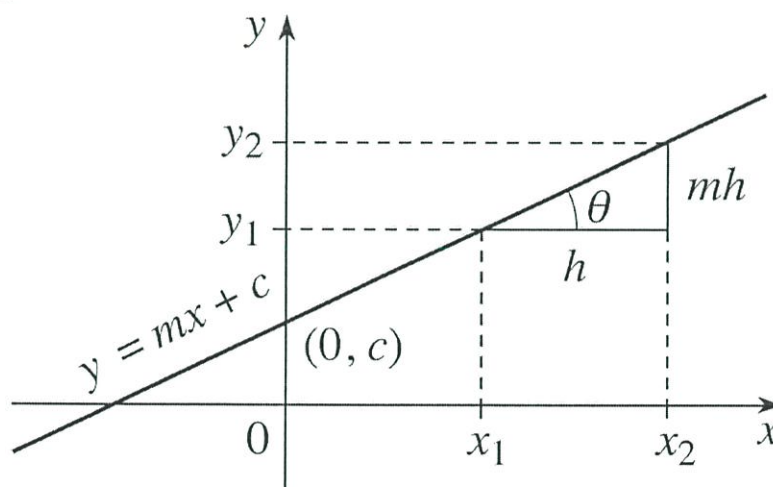
ระยะเวลา (วัน)	วัน/เดือน/ปี	อุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ เฉลี่ย (%)	ผลผลิตทุกชุดการทดลอง/วัน (กรัม)
69	6/4/2018	29.5	99	171.8
70	7/4/2018	26.7	99	165.81
71	8/4/2018	24.85	96	27.99
72	9/4/2018	26.15	99	109.11
73	10/4/2018	28.25	99	1800.73
74	11/4/2018	30.1	99	2808.66
75	12/4/2018	31.1	99	766.35
76	13/4/2018	32	99	98.57
77	14/4/2018	32.6	99	0
78	15/4/2018	32.6	99	21.09
79	16/4/2018	30.4	99	0
80	17/4/2018	29.2	99	0
81	18/4/2018	29.2	99	0
82	19/4/2018	30.7	99	0
83	20/4/2018	30.7	99	71.66
84	21/4/2018	30.85	99	72.61
85	22/4/2018	29.95	99	129.13
86	23/4/2018	30.5	99	0

ภาคผนวก ง

วิธีวิเคราะห์

วิธีการหาความชื้นภายในเห็ดนางฟ้าภูฐาน

1. นำถุงพลาสติกขนาด 7X11 มาชั่งหาน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง (รุ่น DJ1002C ยี่ห้อ GHL) และเขียนรหัสบนถุง
2. ทำการเก็บผลผลิตที่ออกในแต่ละชุดการทดลองใส่ในถุงพลาสติก แล้วนำไปชั่งหาน้ำหนักเห็ดสด พร้อมถุงพลาสติก และบันทึกผล
3. น้ำหนักผลผลิตที่ได้มาหักลบกับน้ำหนักถุงพลาสติก เพื่อที่จะได้น้ำหนักเห็ดสดที่แท้จริง
4. นำผลผลิตที่เก็บได้ไปตากแห้งด้วยตู้อบแสงอาทิตย์เป็นเวลา 7 วัน
5. เมื่อตากแห้งครบตามวันที่กำหนดแล้ว จึงนำมาชั่งหาน้ำหนักเห็ดแห้งด้วยเครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่ง (รุ่น DJ1002C ยี่ห้อ GHL) พร้อมจดบันทึกน้ำหนักเห็ดแห้ง โดยค่าน้ำหนักเห็ดแห้งที่ได้มา หักลบด้วยน้ำหนักถุงพลาสติกออก เพื่อที่จะได้น้ำหนักเห็ดแห้งที่แท้จริง
6. นำค่าน้ำหนักเห็ดสดและน้ำหนักเห็ดแห้งไปสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักเห็ดสดและน้ำหนักเห็ดแห้ง เพื่อหาค่าสมการเส้นตรง และนำมาวิเคราะห์หาร้อยละความชื้นภายในเห็ดนางฟ้าภูฐาน



จากภาพกำหนดให้

X = น้ำหนักเห็ดแห้ง (กรัม)

Y = น้ำหนักเห็ดสด (กรัม)

(University of Reading, 1996)

7. นำสมการเส้นตรงที่ได้มาแทนค่าหาน้ำหนักเห็ดแห้งทั้งหมดเพื่อใช้หาร้อยละความชื้นของเห็ดนางฟ้าภูฐานจากสูตร

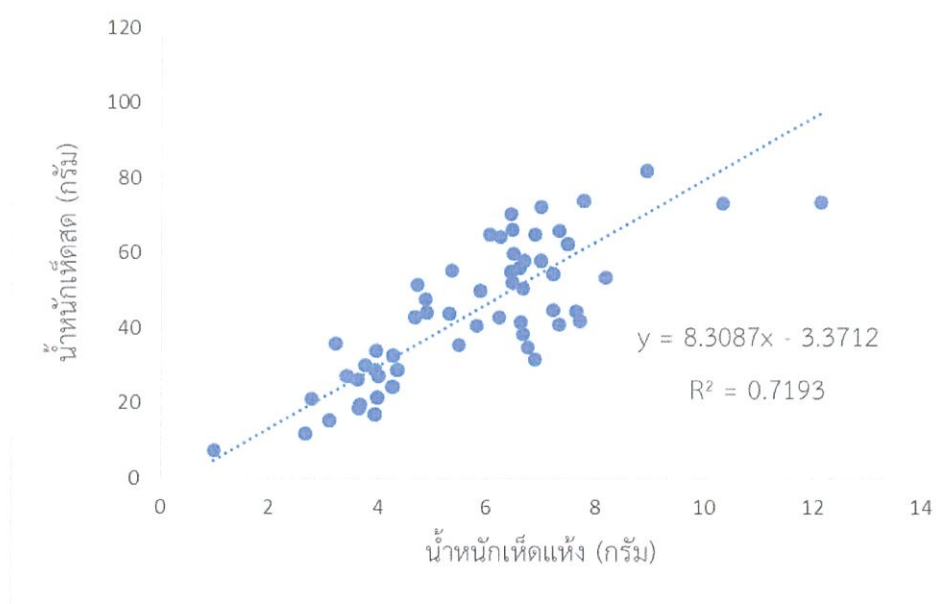
$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)} = \frac{\text{น้ำหนักเห็ดสดทั้งหมด} - \text{น้ำหนักเห็ดแห้งทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักเห็ดทั้งหมด}} \times 100$$

(ที่มา/ดัดแปลงมาจาก AOAC, 1990)

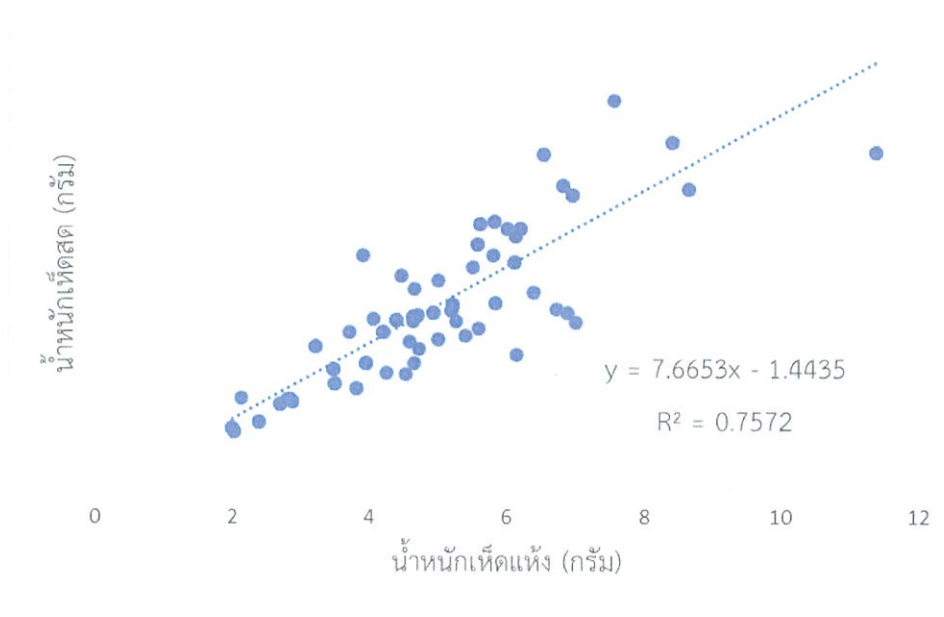
การวิเคราะห์ความชื้นภายในเห็ดสดโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเห็ดสดและแห้งในเชิงเส้น

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลผลผลิตเห็ดรุ่นที่ 1 ทั้งหมดโดยไม่ผ่านการตัดแต่ง และนำเสนอข้อมูลแต่ละชุดการทดลองดังกราฟต่อไปนี้

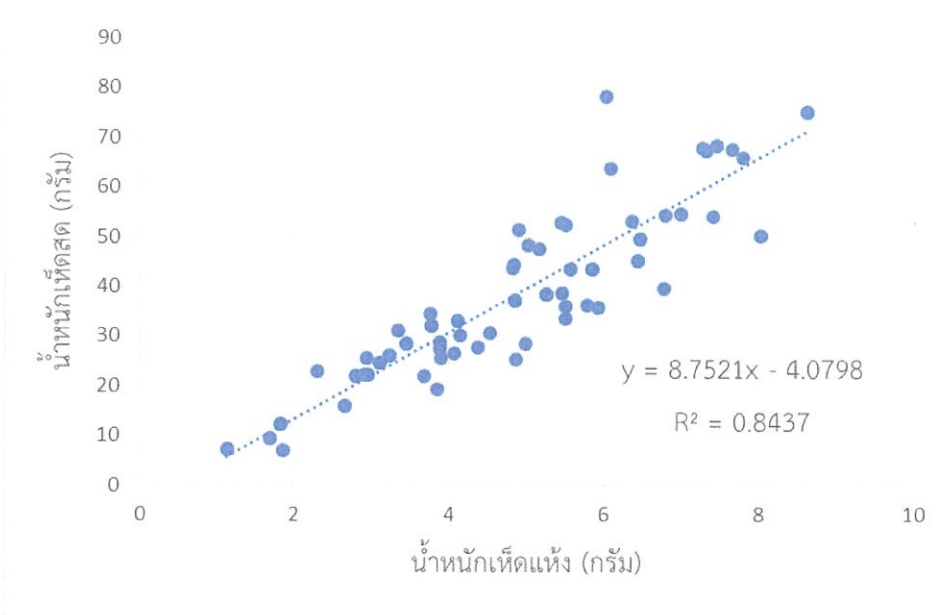
กราฟที่ 1 แสดงผลระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ใช้วัสดุเพาะขี้เลื่อยไม่หมักด้วย EM (สูตรควบคุมของโรงงาน)



กราฟที่ 2 แสดงผลระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ใช้วัสดุเพาะซีลี้อยหมักด้วยน้ำ EM 2 ชั่วโมง



กราฟที่ 3 แสดงผลระหว่างน้ำหนักแห้งและน้ำหนักสดของเห็ดนางฟ้าภูฐานที่ใช้วัสดุเพาะซีลี้อยหมักด้วยน้ำ EM 24 ชั่วโมง



ตารางการวิเคราะห์หาความชื้นภายในเห็ดสด

น้ำหนักเห็ดสด รุ่นที่1-รุ่นที่ 3 (กรัม)	ชุดการทดลองที่ 1	ชุดการทดลองที่ 2	ชุดการทดลองที่ 3
	5158.39	4984.89	5411.12
สมการเชิงเส้น *	$y = 8.3087x - 3.3712$	$y = 7.6653x - 1.4435$	$y = 8.7521x - 4.0798$
น้ำหนักเห็ดแห้ง ในเชิงทฤษฎี	621.25	650.51	618.73
ร้อยละความชื้นภายในเห็ด สด	87.96	86.95	88.57

*หมายเหตุ: x แทน น้ำหนักเห็ดแห้ง (กรัม)

y แทน น้ำหนักเห็ดสด (กรัม)



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 18 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า นางสาวกนกพร คชสูงเนิน รหัสประจำตัว 57050788

นางสาวกัลย์สุตา อังควิศิฐพันธ์ รหัสประจำตัว 57050798

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม ภาควิชาชีววิทยา
ขอรับรองว่าสหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การเพาะเห็ดนางฟ้าภูฐาน โดยใช้วัสดุเพาะเชื้อเลี้ยงไม้มยางพาราหมักด้วยน้ำ EM
ชื่อภาษาอังกฤษ Cultivation of Indian oyster mushroom (*Pleurotus pulmonarius*) by
EM-treated rubber wood sawdust

ปีการศึกษา 2560

เป็นผลงานวิจัยที่ได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อน
เรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่ม
สหกิจศึกษาดำเนินสมบูรณ์

โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 3.52 %

ลงชื่อ.....กนกพร คชสูงเนิน.....

(นางสาวกนกพร คชสูงเนิน)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....กัลย์สุตา อังควิศิฐพันธ์.....

(นางสาวกัลย์สุตา อังควิศิฐพันธ์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบสหกิจศึกษาของนักศึกษา
ข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็น
หลักฐาน

ลงชื่อ.....ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์.....

(ผศ.ดร.ณัฐวุฒิ รุ่งจินดามัย)

ประธานกรรมการ

ลงชื่อ.....ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์.....

(ดร.ปราโมทย์ ศิริโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ลงชื่อ.....ดร.กานต์ วงศาริยะ.....

(ดร.กานต์ วงศาริยะ)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม