



วว.

โครงการวิจัยที่ ภ. 53-05 / ย. 3 / รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

**วิจัยและพัฒนาการเพาะเห็ดสมุนไพร  
เพื่อเป็นวัตถุดิบที่มีมาตรฐาน  
สำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากเห็ด**



**สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย  
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

โครงการวิจัยที่ ภ.53-05

วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากเห็ด เพื่อสนับสนุนฤทธิ์ต้านมะเร็ง

โครงการย่อยที่ 3

วิจัยและพัฒนาการเพาะเห็ดสมุนไพรเพื่อเป็นวัตถุดิบที่มีมาตรฐาน  
สำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากเห็ด

รายงานฉบับที่ 1 (ฉบับสมบูรณ์)

วิจัยและพัฒนาการเพาะเห็ดสมุนไพรเพื่อเป็นวัตถุดิบที่มีมาตรฐาน  
สำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากเห็ด

โดย

ชนะ พรหมทอง

ภัทรา อะหะมะตี พิรัชชาติ

ลาวัลย์ ชตานนท์

สวดศรี เนียมเปรม

อาภาภรณ์ พิริยะภัทรกิจ

ประพิมพรรณ จันทร์แก้ว

ฉันทรา พูนศิริ

บรรณาธิการ

ศิระ ศิลาพันธ์

บุญเรียม น้อยชุมแพ

ศิริสุข ศรีสุข

วว., ปทุมธานี 2560

สงวนลิขสิทธิ์

รายงานฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้พิมพ์โดย  
ผู้ว่าการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



(นางลักขมี ปลั่งแสงมาศ)

ผู้ว่าการ

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร วว. ที่เล็งเห็นความสำคัญของโครงการ และได้จัดสรรงบประมาณ เพื่อดำเนินงานตลอดระยะเวลา 3 ปี ขอขอบคุณผู้ร่วมโครงการทุกท่านที่ร่วมมือดำเนินงานโครงการจน สำเร็จลุล่วงด้วยดี.

สุดท้ายขอขอบพระคุณ รองผู้ว่าการวิจัยและพัฒนาด้านอุตสาหกรรมชีวภาพ นางฉันทรา พูนศิริ ที่คอยให้คำชี้แนะในการดำเนินงานในทุกด้าน.

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
สารบัญตาราง	ค
ABSTRACT	1
บทคัดย่อ	2
1. บทนำ	3
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	13
3. ผลการวิจัยและวิจารณ์	21
4. สรุปผลการวิจัย	28
5. แนวทางการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์	30
6. ข้อเสนอแนะ	31
7. เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	33

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการเพาะเห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย และเห็ดนางรมวล	23
ตารางที่ 2. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการผลิตเห็ดปุยฝ้าย	24
ตารางที่ 3. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการผลิตเห็ดหอม	24
ตารางที่ 4. ปริมาณแบคทีเรียและราในอากาศในห้องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเห็ด	25
ตารางที่ 5. ปริมาณแบคทีเรียในน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเห็ด	26
ตารางที่ 6. เปอร์เซ็นต์การฆ่าเชื้อของหลอดยิวในห้องต่างๆ	27

# THE STUDY ON MEDICINAL MUSHROOM CULTIVATION OF THE RAW MATERIAL STANDARDIZE FOR DIETARY SUPPLEMENT FROM MUSHROOM

Chana Phromtong, Pattra Ahmadi pirshahid, Lawan Chatanon,  
Sodsri Neamprem, Arpaporn Piriya-phattarakit,  
Papimpan Jankaew and Chantara Phoonsiri

## ABSTRACT

The study and production for standardize of fresh mushroom namely Golden oyster (*Pleurotus citrinopileatus*), Blue oyster (*Pleurotus columbinus*), Pink oyster (*Pleurotus djamor. Var roseus*), Monkey's head (*Hericium erinaceus*), and Shiitake (*Lentinus edodes*) for raw material in industries require the well controlled from the start such as pure culture, mother spawn, cultivation bag as a source of mycelium which result in high yield, and management in fruiting was carried out at Doi Pui Mushroom Research Center, Chiang mai. The main important and necessary factors are temperature, air (oxygen and carbon dioxide gas), humidity, and light. Cultivation of all mushroom types with the environment control at mycelium stage at 25-30 Celsius, no light, 60-65% humidity and high carbon dioxide whereas during fruiting stage require high humidity to 90%, well ventilation and light above 600 lux, and lower temperature can gave the quality fresh produce free from toxic chemical contamination. The golden oyster yields 150 gram, blue oyster and pink oyster yields 300-500 grams, monkey's head had 250-300 grams per 800 grams substrate bag, and shiitake had 150-200 grams per 1,000 grams substrate bag during each production cycle.

# วิจัยและพัฒนาการเพาะเห็ดสมุนไพรเพื่อเป็นวัตถุดิบที่มีมาตรฐาน สำหรับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากเห็ด

ชนะ พรหมทอง<sup>1</sup>, ภัทรา อะหะมะตี พิระชหิต<sup>2</sup>, ลาวัลย์ ขตานนท์<sup>1</sup>, สดศรี เนียมเปรม<sup>3</sup>,  
อภาภรณ์ พิริยะภัทรกิจ<sup>1</sup>, ประพิมพรรณ จันท์แก้ว<sup>1</sup> และฉันทรา พูนศิริ<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษากาการผลิตเห็ดที่มีมาตรฐานของเห็ดนางรมทอง (*Pleurotus citrinopileatus*), เห็ดนางรมดอย (*Pleurotus columbines*), เห็ดนางนวล (*Pleurotus djamor. Var roseus*), เห็ดปุยฝ้าย (*Hericium erinaceus*) และเห็ดหอม (*Lentinus edodes*) โดยการควบคุมการผลิตตั้งแต่การใช้หัวเชื้อที่ตรงตามสายพันธุ์, เชื้อขยายที่ปลอดเชื้อปนเปื้อน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาว ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ การเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อโดยควบคุมปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิ, อากาศ (ออกซิเจน), ความชื้น (ทั้งความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นในวัสดุเพาะเลี้ยง) และแสงสว่างในระบบปิด โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิระยะบ่มเลี้ยงเส้นใยที่อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส ในที่มืด มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 60-65 การระบายอากาศ และระยะเปิดดอก ปรับลดอุณหภูมิลงตามความต้องการของเห็ดแต่ละชนิด เพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ที่ร้อยละ 90 และให้แสงสว่างไม่น้อยกว่า 600 ลักซ์ สามารถให้ผลผลิตเห็ดสดที่มีคุณภาพปราศจากการปนเปื้อนของสารเคมีอันตรายและให้ผลผลิตในเห็ดตระกูลนางรมประมาณ 150 กรัม ในเห็ดนางรมทอง และ 300-500 กรัม ในเห็ดนางรมดอยและนางนวล, ในเห็ดปุยฝ้าย ประมาณ 250-350 กรัมต่อน้ำหนักก้อน 800 กรัม และในเห็ดหอม 150-200 กรัมต่อน้ำหนักก้อน 1,000 กรัม ตลอดรอบการผลิต.

<sup>1</sup> ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

<sup>2</sup> ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ, (วว.)

<sup>3</sup> ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร, (วว.)



## 1. บทนำ

เห็ดเป็นเชื้อราชั้นสูงที่มนุษย์รู้จักนำมารับประทานกันตั้งแต่สมัยยุคไดโนเสาร์ จากการสำรวจพบซากมัมมี่ที่พบบนเทือกเขาแอลป์พบว่า ในยามหนึ่งมีเห็ดปกอยู่ นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่า อาจใช้เป็นยารักษาเกี่ยวกับกระเพาะอาหาร เห็ดนอกจากจะให้รสชาติที่อร่อยแล้ว ในเห็ดยังมีคุณค่าทางอาหารมากมายที่จำเป็นต่อสุขภาพของมนุษย์ด้วย มีการบันทึกการใช้ประโยชน์ทางยาจากเห็ดมานานับพันปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบตะวันออก ได้แก่ จีน, ญี่ปุ่น และเกาหลี.

ในอดีตจะมีการเก็บเห็ดจากธรรมชาติ, ในป่าลึกตามซากต้นไม้ที่ตายแล้ว เนื่องจากเห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ย่อยสลายลิกนินและเซลลูโลสได้ดี คุณภาพของเห็ดจะแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมที่มันเจริญอยู่. แต่เมื่อมีคนสนใจบริโภคเห็ดมากขึ้น ด้วยรสชาติและสรรพคุณต่อสุขภาพ ทำให้มีการศึกษาวิจัย พัฒนาการเพาะเลี้ยงขึ้นให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น มนุษย์รู้จักเพาะเลี้ยงเห็ดครั้งแรกในถ้ำในฝรั่งเศสและพัฒนาต่อเนื่องและแพร่หลายไปยังประเทศต่างๆ ในส่วนอื่นๆ ของโลก ทำให้เห็ดกลายเป็นเห็ดที่เพาะเลี้ยงกันมากที่สุดในโลก ต่อมามนุษย์ได้ทราบถึงสรรพคุณของเห็ดที่ชาวเอเชียนิยมบริโภคและใช้เป็นอาหารบำรุงสุขภาพและเป็นยาพื้นบ้าน เช่น เห็ดหอม, เห็ดนางรม, เห็ดหูหนู, เห็ดหลินจือ และเห็ดจากธรรมชาติอื่นๆ อีกมากมาย ทำให้เกิดการเพาะเลี้ยงกันแพร่หลายมากขึ้น ซึ่งเห็ดนางรมมีการเพาะเลี้ยงมากเป็นอันดับสองของโลก, รองลงมา คือ เห็ดหอม.

การเพาะเลี้ยงเห็ดมีการพัฒนากันมากขึ้น, มีการเพาะเลี้ยงในโรงเรือนที่เป็นระบบมากขึ้น เพื่อจำลองสภาพอากาศและเลียนแบบธรรมชาติที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดชนิดนั้นๆ มีการใช้วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ ชี้เลื่อย, ฟางข้าว, ชั่งข้าวโพด, ต้นข้าวโพด และเปลือกถั่ว เป็นต้น.

ในอดีตนั้น การเพาะเห็ดแต่ละชนิดจำกัดอยู่เฉพาะในสภาพภูมิอากาศดั้งเดิมตามที่มันอาศัยอยู่ เช่น เห็ดเขตร้อนก็จะเพาะกันในประเทศที่มีสภาพอากาศร้อน, เห็ดเขตหนาวก็จำกัดการเพาะเลี้ยงเฉพาะประเทศเขตหนาวหรือในบางฤดูกาลเท่านั้น ทำให้ผลผลิตเห็ดที่ส่งออกสู่ตลาดไม่สม่ำเสมอ ปัจจุบันนี้ มีการเพาะเห็ดในโรงเรือนที่มีระบบควบคุมอย่างสมบูรณ์และมีแหล่งผลิตไม่ไกลจากตลาด เนื่องจากเห็ดเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีอายุการเก็บรักษาสั้นมากไม่เกิน 4-5 วัน ระบบการผลิตดังกล่าวทำให้สามารถมีผลผลิตสม่ำเสมอ มีปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ทั้งระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตาม ระบบเหล่านี้ต้องมีการลงทุนสูง ไม่เหมาะกับเกษตรกรที่มีทุนน้อยอย่างเช่นในประเทศไทย การเพาะเห็ดแบบระบบเดิมๆ ที่อาศัยสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นหลัก, มีการลงทุนไม่มาก, มีระบบควบคุมปานกลางหรือเล็กน้อย, ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไป แต่ระบบดังกล่าวไม่สามารถควบคุมคุณภาพและปริมาณผลผลิตได้มากนัก และมักประสบปัญหาเกี่ยวกับการแพร่ระบาดของศัตรูเห็ดต่างๆ เช่น เชื้อรา, แบคทีเรีย, รวมถึงไวรัสและแมลง ซึ่งมีอยู่ทั่วไป.

เนื่องจากความต้องการบริโภคเห็ดมากขึ้น ทั้งในการบริโภคเพื่อรสชาติ, เพื่อบำรุงสุขภาพและประโยชน์ทางยา, รวมถึงอุตสาหกรรมด้านความสวยความงาม ทำให้ความสนใจด้านปริมาณและคุณภาพที่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนสารเคมีทางการเกษตรที่อันตรายในผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น แม้ว่ายังไม่มีระบบการทำการเกษตรที่ดีในการเพาะเห็ดของไทยและในต่างประเทศแพร่หลายมากนัก แต่การผลิตที่ถูกรวบรวมในระบบการควบคุมในระดับที่ปลอดภัย จึงเป็นวัตถุประสงค์สำคัญของโครงการในการผลิตวัตถุดิบเห็ดที่มีคุณภาพ เพื่อนำร่องให้เกิดการพัฒนาต่อยอดให้เกิดเป็นระบบการผลิตเห็ดที่เป็นมาตรฐานต่อไป.

### **ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร**

สิ่งต่างๆ ที่มาจากสิ่งมีชีวิตถูกจัดให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและได้รับการยอมรับกัน เนื่องจากมีการทดสอบมาแล้ว เห็ดถูกจัดเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารด้วยเช่นกัน เนื่องจากประกอบด้วยคุณค่าทางอาหารมากมาย เห็ดชนิดหนึ่งอาจมีสารอาหารที่มีประโยชน์ชนิดใดชนิดหนึ่งมากกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เห็ดถูกจัดให้อยู่ในพวกที่ให้คุณค่าทางอาหารที่พิเศษ.

ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารอาจหมายถึงไปถึงสิ่งต่างๆ จากธรรมชาติที่ใช้ป้องกันหรือบรรเทาการเจ็บปวดหรือโรคต่างๆ อาจจะไม่ใช่ยาเลยทีเดียว มันอาจช่วยกระตุ้นให้ร่างกายแข็งแรงขึ้น โดยไม่ทำให้เกิดพิษต่อร่างกาย.

### **คุณค่าของเส้นใยต่อผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร**

เส้นใยจากพืชประกอบไปด้วยเซลลูโลส, ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลส แต่เส้นใยในเห็ดนั้นประกอบไปด้วยไคติน ซึ่งไคตินและเซลลูโลสมีองค์ประกอบทางเคมีและกลศาสตร์เหมือนกัน ไคตินในเห็ดเหมือนกับในเปลือกของกุ้ง, หอย และปู ซึ่งเปลือกเหล่านี้ไม่ได้ถูกนำไปกินได้โดยตรง มันถูกนำไปแปรรูปเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารที่มีราคาสูง ของเหลือทิ้งเหล่านี้ไม่สามารถเป็นอาหารได้ทันที

ต่างจากเห็ดที่สามารถนำมาทำให้บริสุทธิ์ได้ง่ายกว่าและได้มาจากของที่กินได้ มีการสกัดไคตินจากของเหลือทิ้งจากเห็ดหลินจือ เพื่อใช้ในการแต่งบาดแผลได้ผลดี เส้นใยอาหารมีประโยชน์ในการชำระล้างระบบการย่อยอาหารและขับถ่ายในร่างกาย, ช่วยลดการโอกาสการเกิดมะเร็ง, โรคหัวใจ และเป็นลมชัก จากงานวิจัยพบว่า ไคตินและไคโตซานช่วยลดคอเลสเตอรอลได้ดี ในเห็ดยังประกอบด้วยสารกลูโคซามีนที่มีขายในราคาแพง ซึ่งสกัดจากไคโตซานที่มีในสัตว์พวกมีกระดูกงูทั้งหลาย ใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องข้อเสื่อมและไม่เหมาะกับผู้ที่แพ้อาหารทะเล ดังนั้น การใช้ไคโตซานจากเห็ดจะได้ประโยชน์กว่าการนำส่วนก้านดอกเห็ดไปทิ้งไร้ค่า (Kurtzman 2005).

### เห็ดสมุนไพร

การใช้เห็ดเป็นสมุนไพรมีมานานกว่า 4,000 ปีแล้ว, โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศจีน, ญี่ปุ่น, เกาหลี และไต้หวัน แม้แต่ในประเทศไทยเองแพทย์พื้นบ้านนำเห็ดงูเห่าและเห็ดกระถินพินานในการรักษาแก้โรคโพลามทุ่ง มนุษย์รู้จักบริโภคเห็ดเพื่อบำรุงสุขภาพมาเป็นเวลานาน ชาวจีนและญี่ปุ่นรู้จักบริโภคเห็ดสมุนไพรเพื่อกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันและต่อสู้กับโรคร้ายหลายชนิด เช่น มะเร็งมากกว่า 3,000 ปี ตั้งแต่เห็ดเขตหนาวไปจนถึงเห็ดเขตร้อน เดิมมนุษย์เก็บเห็ดจากธรรมชาติเพื่อบริโภค ปัจจุบันมีการบริโภคมากขึ้น จึงมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเพื่อให้สามารถมีผลผลิตตลอดทั้งปี เกิดการพัฒนาสายพันธุ์ให้ได้ผลผลิตสูง, คุณภาพตามความต้องการ, สามารถเพาะได้ในสภาพแวดล้อมนอกถิ่นอาศัยเดิม และพัฒนาสูตรอาหารให้เหมาะสม จึงทำให้เกิดสายพันธุ์เห็ดที่หลากหลาย สรรพคุณและคุณภาพสารออกฤทธิ์อาจแตกต่างกัน ในส่วนของแต่ละเนื้อเยื่อเห็ด (สปอร์, ดอกเห็ดสด, อาหารเลี้ยง และเส้นใย).

เห็ดแต่ละชนิดให้สรรพคุณทางยาที่แตกต่างกันและบางชนิดนิยมเพาะเพื่อบริโภคกันแพร่หลายในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอาหารเสริมสุขภาพ คุณภาพของวัตถุดิบต้องมีความสม่ำเสมอและเป็นมาตรฐาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มาตรฐาน ระบบการผลิตระบบปิด จึงเป็นระบบที่สามารถควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบได้ดี เนื่องจากสามารถควบคุมปัจจัยการผลิตได้แต่ลงทุนสูง ปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาการเพาะเห็ดระบบปิดแบบประยุกต์ เพื่อลดต้นทุนด้านโรงเรือนและสามารถผลิตเห็ดที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ดีและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป.

เห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีการผลิตเป็นอันดับสองของโลก เป็นเห็ดที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีคุณสมบัติทางยาในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร, ปรับความดันโลหิต, โรคเกี่ยวกับตับ, ภูมิแพ้

และโรคเกี่ยวกับภูมิคุ้มกันบกพร่อง ในเห็ดหอมแห้งมีโปรตีนประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์, คาร์โบไฮเดรต, เยื่อใย, กรดลิโนเลอิก, วิตามินบี 2, วิตามินซี, วิตามินดี, เออร์โกสเตอรอล และแร่ธาตุอื่นๆ เช่น แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, เหล็ก และกรดแอมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เห็ดหอมถูกใช้รักษาผู้ป่วยโรคขาดอาหารและโรคเกี่ยวกับตับ.

สารประกอบบีตา-กลูแคนจากเห็ดสกุลนางฟ้านางรม ได้แก่ เห็ดนางรมฮังการี, เห็ดนางฟ้าภูฐาน, เห็ดเป่าฮื้อ และเห็ดนางรมหลวง เป็นต้น มีคุณสมบัติทางยาในการต้านทานเซลล์มะเร็ง, สร้างสมดุลภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย, ต้านอนุมูลอิสระ, ลดระดับคอเลสเตอรอล, ต้านทานเชื้อแบคทีเรียและไวรัส เป็นต้น เห็ดเหล่านี้สามารถเพาะเลี้ยงได้ทั้งในท่อนไม้, วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีเซลลูโลสสูง และสามารถให้ผลผลิตสูงกว่า เช่น ฟางข้าว, ต้นหรือซังข้าวโพด และชานอ้อย เป็นต้น และสามารถเพาะเลี้ยงเส้นใยในอาหารแข็งและอาหารเหลว ซึ่งสะดวกในการผลิตหรือสกัดเป็นสารสกัดหรือเอนไซม์ที่เป็นประโยชน์.

เห็ดหูหนูมีคุณสมบัติในการต้านมะเร็งและลดคอเลสเตอรอลในเลือด เห็ดหูหนูประกอบด้วย วิตามินบี, วิตามินซี, วิตามินดี และธาตุเหล็ก ช่วยระบบหายใจดีขึ้น.

เห็ดหลินจือ ได้ถูกนำมาใช้ในการรักษาโรคมามากกว่า 2,000 ปี เห็ดชนิดนี้รู้จักกันในการยืดอายุให้ยืนยาว, ช่อมแซมระบบหลอดเลือดหัวใจ, ปรับสมดุลของความดันโลหิต, ป้องกันการแตกตัวของเกล็ดเลือด, ลดความเครียด และโรคหอบหืด ใช้ป้องกันและรักษาโรคมะเร็งต่างๆ และโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ.

### **เห็ดและการดำรงชีวิต**

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทรา จัดอยู่ในอาณาจักรย่อยแทลโลไบออนตา (thallobionta) ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ (non-photosynthesis) จึงไม่สามารถสร้างสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ เห็ดที่มีสีเขียวจะเกิดจากสารอื่น ไม่ได้เกิดจาก pigment ของคลอโรฟิลล์เหมือนพืช จึงไม่สามารถผลิตอาหารใช้เองได้ แต่เห็ดรามีองค์ประกอบเป็นเส้นใย (hypha) และสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ (sexual reproduction) โดยใช้สปอร์ และบางกรณีสืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) ดังนั้นเห็ดราจึงดำรงชีวิตโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นหรือเป็นเห็ดที่เกิดบนพืชหรือสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ (heterotroph microorganism) หรือจุลินทรีย์ด้วยตัวเอง, จัดแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ :

1. เห็ดราที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นเรียกว่า เห็ดปรสิต หรือเห็ดที่ทำให้เกิดโรค (parasitic หรือ pathogenic fungi) เมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นตายไป ยังสามารถอาศัยซากสิ่งมีชีวิตนั้นต่อไปอีกได้ เรียกว่า พวกปรสิตตามโอกาส (facultative parasite) เช่น เห็ดกระด้าง นอกจากอาศัยบนสิ่งมีชีวิตแล้ว บางครั้งยังทำอันตรายสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่นั้นจนถึงตายได้.
2. เห็ดราที่อาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นในลักษณะพึ่งพาอาศัยกับพืชและสัตว์ และไม่เกิดความเสียหาย (symbiotic fungi) (โดยอาศัยบริเวณรากพืชและจะได้รับอาหารจากพืชและเราแลกเปลี่ยนกับการผลิตสารปฏิชีวนะให้แก่พืช เรียกเห็ดพวกนี้ว่า ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) เช่น เห็ดไคล, เห็ดแดง, เห็ดขมิ้น, เห็ดตับเต่า, เห็ดโคนหรือเห็ดปลวก, เห็ดระโงก และเห็ดเผาะ เป็นต้น.
3. เห็ดราที่อาศัยซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วหรือเกิดตามผิวดินที่มีอาหารเห็ดอยู่เรียกว่า เห็ดราแบบแซปโฟไรไฟต์ (saprophytic fungi) จะพบบนตอไม้หรือท่อนไม้ที่ตายแล้ว เห็ดพวกนี้มีประโยชน์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่หมดสภาพแล้ว เห็ดที่เพาะเลี้ยงและนำมาใช้เป็นอาหารโดยทั่วไปอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น เห็ดแครง, เห็ดขอนขาว, เห็ดนม, เห็ดหูหนู, เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรม, เห็ดเป๋าฮื้อ และเห็ดกระดุม ส่วนเห็ดที่เกิดบนผิวดิน ได้แก่ เห็ดหมึก, เห็ดกระดอง และเห็ดร่างแห เป็นต้น (เห็ดเชื้อราชั้นสูง 2555).

### การใช้ประโยชน์จากเห็ด

ปัจจุบันเห็ดที่เรานิยมรับประทานกันอยู่มีมากมายหลายชนิด มีทั้งแบบสด, บรรจุกระป๋อง หรือแม้แต่เห็ดตากแห้ง ความนิยมในการรับประทานมีอยู่มากขึ้นเรื่อยๆ ด้วยรูปแบบและรสชาติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากอาหารประเภทพืชผักด้วยกัน รวมทั้งการที่คนหันมานิยมรับประทานอาหารแบบมังสวิรัติกันมากขึ้น ทำให้เห็ดถูกนำมาใช้ปรุงอาหารแทนเนื้อสัตว์มากขึ้นตามไปด้วย มีงานวิจัยหลายชิ้นที่ยืนยันว่าเห็ดมีคุณสมบัติป้องกันโรคได้.

ในประเทศจีนและญี่ปุ่น นิยมนำเห็ดมาปรุงเป็นน้ำแกง, น้ำชา, ยาบำรุงร่างกาย และยารักษาโรคต่างๆ มีการทำการวิจัยเกี่ยวกับเห็ดมากกว่า 30 ปี ยืนยันว่า ในเห็ดมีสารบางอย่างที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน, ลดความเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ และช่วยในการต้านทานมะเร็งหลายๆ ชนิดด้วย.

ในสหรัฐอเมริกามีการทำการวิจัยเกี่ยวกับเห็ด ซึ่งได้ผลออกมายืนยันการค้นพบแบบเดียวกับชาวเอเชีย แต่การวิจัยถึงผลการใช้เห็ดเป็นยารักษาโรคนั้น ยังคงอยู่ในขั้นแรกๆ เท่านั้น เห็ดที่นักวิทยาศาสตร์นิยมเอามาวิเคราะห์เพื่อการวิจัยนั้น ส่วนใหญ่เป็นเห็ดชนิดที่มีคนมักนำมาปรุงอาหาร

และหาได้ง่าย เช่น เห็ดหอม, เห็ดเข็มทอง, เห็ดกระดุมหรือเห็ดแชมปิยอง, เห็ดนางรม, เห็ดนางฟ้า, เห็ดฟาง, เห็ดโคน, เห็ดหูหนู, และเห็ดหลินจือ เป็นต้น เมื่อไม่นานนี้มีผลการศึกษาในสหรัฐอเมริกา พบว่า เห็ดแชมปิยอง (white button mushroom) มีบทบาทช่วยในการรักษาและป้องกันการเกิดมะเร็งเต้านมมากที่สุด เมื่อเทียบกับเห็ดรับประทานได้ชนิดอื่นๆ โดยสารบางอย่างในเห็ดชนิดนี้ ไปช่วยยับยั้งเอนไซม์ aromatase ทำให้เกิดการยับยั้งของการแปรฮอร์โมนแอนโดรเจนให้กลายเป็นเอสโตรเจนในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เมื่อร่างกายผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจนน้อยลง จะลดโอกาสการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านมให้น้อยลงตามไปด้วย.

ประเทศญี่ปุ่นได้มีการทดลองนำเห็ดหอมมาสกัดพบว่า ในเห็ดหอมให้น้ำตาลโมเลกุลขนาดใหญ่ (mega-sugar) ที่เรียกว่า บีตา-กลูแคน (beta-glucan) ถึง 2 ชนิด ได้แก่ lentinan และ LEM (lentinula edodes mycelium) ช่วยทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อสู้กับการติดเชื้อและชะลอการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็ง ซึ่งในการทดลองให้สาร lentinan กับผู้ป่วยมะเร็งร่วมกับการทำเคมีบำบัดพบว่า ก้อนมะเร็งมีขนาดลดลงและอาการข้างเคียงจากการทำเคมีบำบัดจะเกิดขึ้นน้อยลงด้วย.

ขณะที่ทีมวิจัยในญี่ปุ่นกำลังมองหาความเป็นไปได้ในการใช้ LEM ที่ได้จากเห็ดหอมมาบำบัดผู้ป่วยที่ติดเชื้อ HIV และยังพบอีกว่า สารสกัดจากเห็ดหอมอีกตัวหนึ่งชื่อ eritadenine เป็นตัวช่วยลดปริมาณไขมันในเลือดและระดับคอเลสเตอรอลให้กับร่างกายได้อีกด้วย.

เห็ดเป็นอาหารที่ปราศจากไขมัน มีปริมาณน้ำตาลและเกลือต่ำมาก แถมยังเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง เมื่อเทียบกับโปรตีนที่ได้จากเนื้อสัตว์ มีธาตุเหล็ก, แคลเซียม, ฟอสฟอรัส, วิตามินซี, วิตามินบีรวม, ซีลีเนียม, โปแทสเซียม และทองแดง จึงเป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงที่ควรเลือกรับประทานเป็นประจำ.

ซีลีเนียมเป็นสารอาหารที่ช่วยต้านการเกิดอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับวิตามินอี ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งและโรคร้ายต่างๆ ที่มากับวัยสูงอายุ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ, การรับประทานเห็ดหอม (ขึ้นขนาดกลาง 5 ชิ้น) จะให้ซีลีเนียมประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน นอกจากนี้เห็ดแล้วยังมีอยู่ในธัญพืชและเนื้อสัตว์ด้วย.

การใช้เห็ดเพื่อเป็นยารักษาโรคมะเร็งมีการจดบันทึกกันมากในแถบทวีปเอเชีย และในส่วนอื่นๆ ของโลก เช่น ในตะวันออกกลาง, โปแลนด์, โบฮีเมีย และเบลารุส ที่มีการบันทึกการใช้เห็ดเพื่อรักษา

โรคเช่นเดียวกัน ในการศึกษาการใช้เห็ดกับมนุษย์และสัตว์ทดลองพบว่า เห็ดสมุนไพรอาจช่วยในการกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกัน สารสำคัญในเห็ดเป็นสารพวกพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อว่า บีตา-กลูแคนที่เกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลน้ำตาลเชิงเดี่ยวรวมกันเป็นรูปร่างที่หลากหลายและมีขนาดโมเลกุลที่แตกต่างกัน นักวิทยาศาสตร์พบว่า บีตา-กลูแคนมีศักยภาพในการกระตุ้นการสร้างแมคโครฟาจ, เนเจอร์อลคิลลิงเซลล์, ทีเซลล์ และไซโตคีน ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็ง.

### สรรพคุณการต้านอนุมูลอิสระ

**เห็ดหลินจือ** เป็นชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ganoderma lucidum* เห็ดหลินจือมีมากมายหลายชนิดที่ถูกนำมาใช้ในแพทย์แผนโบราณในแถบเอเชียมานานนับพันปีมาแล้ว สรรพคุณทางยาของเห็ดชนิดนี้เชื่อว่าได้มาจากไตรเทอพินที่คล้ายกรดกาโนเดอมีก ที่คล้ายคลึงกับบีตา-กลูแคน นักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันยืนยันว่า เห็ดหลินจือให้ประโยชน์ต่อสุขภาพมากในการวิจัยในระดับเซลล์เพาะเลี้ยงและสัตว์ทดลองพบว่า สามารถยับยั้งการเกิดมะเร็งได้ และมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน เห็ดหลินจือยังมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อแบคทีเรีย, เชื้อไวรัส และเชื้อราด้วย ในสัตว์ทดลองพบว่า เห็ดหลินจือยังช่วยป้องกันตับ และรังสีต่างๆ ช่วยฟื้นฟูระบบประสาทในเพศชาย.

**เห็ดนางฟ้านางรม** ในเห็ดนางรมมีสารประกอบสเตตินที่ได้จากธรรมชาติ รู้จักกันในชื่อว่า โลวาสแตติน ซึ่งใช้เป็นสารประกอบในยาลดคอเลสเตอรอล ในห้องทดลองพบว่า เห็ดนางรมสามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านมและมะเร็งลำไส้ใหญ่ สารบีตา-กลูแคนที่สกัดจากเห็ดนางรมสามารถลดการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ในหนูทดลอง.

**เห็ดสกุลนางฟ้านางรม** เห็ดสกุลนางฟ้านางรมหรือส่วนใหญ่เรียกว่าเห็ดนางรมนั้น มาจากลักษณะของดอกเห็ดที่มีลักษณะคล้ายเปลือกหอยนางรมที่เรียงซ้อนๆ กัน ปกติเห็ดในสกุลนี้ประกอบด้วยเห็ดหลากหลายชนิด ได้แก่ เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรมฮังการี, เห็ดนางรมवल, เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย, เห็ดเออรินจิ และเห็ดนางรมหัว เป็นต้น เห็ดสกุลนี้พบขึ้นทั่วไปบนซากไม้ที่ตายแล้วพบได้ทั่วโลก แต่นิยมรับประทานกันมากในแถบเอเชีย.

ลักษณะเด่นที่นิยมเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้กันมากเนื่องจากเส้นใยเจริญเติบโตเร็ว, เพาะเลี้ยงง่าย, เทคนิคไม่ยุ่งยากและลงทุนน้อย, สามารถปรับตัวได้หลากหลายสภาพแวดล้อมได้ดี เห็ดสกุลนางรมมีแคลอรี, ไขมัน, เกลือ และคอเลสเตอรอลต่ำ แต่มีโปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, โยอาหาร, วิตามิน

และเกลือแร่สูง คุณสมบัติดังกล่าวนี้ทำให้นิยมบริโภคเป็นอาหารสุขภาพ นอกจากประโยชน์ดังกล่าวแล้ว ยังมีประโยชน์ในการบำรุงสุขภาพจากสารสำคัญต่างๆ มากมายที่มีอยู่ในเห็ด ทำให้เกิดการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้มากเป็นอันดับสองของโลกรองจากเห็ดกระดุม ด้านสรรพคุณในการย่อยสลายลิกนินได้ดี จึงมีการนำเห็ดชนิดนี้ไปใช้ในการกำจัดสารพิษจากอุตสาหกรรม เช่น ไดออกซิน และเพนตาคลอโรฟินอล (PCP) เป็นต้น.

**เห็ดนางรมทอง หรือ Tamokitake** เป็นเห็ดที่นิยมบริโภคกันมากในเกาหลีและญี่ปุ่น เนื่องจากมีสีส้มเด่นสวยงาม, รสชาติเฉพาะ และมีเนื้อกรอบ มีการเพาะเลี้ยงเชิงอุตสาหกรรมมากมาย โดยธรรมชาติมักพบเห็ดชนิดนี้ขึ้นอยู่ตามซากไม้ที่ตายแล้ว ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ชี้เลื่อย, ฟางข้าว, ชานอ้อย, กากเมล็ดฝ้าย และเปลือกถั่ว (Alam *et al.* 2011).

**เห็ดหอม หรือ Shiitake** เห็ดหอมเป็นเห็ดที่นิยมบริโภคกันมากทั่วโลก เห็ดชนิดนี้มีประวัติในการใช้ในแพทย์แผนโบราณอันยาวนาน ย้อนไปถึงสมัยราชวงศ์หมิงที่ใช้ในการรักษาเกี่ยวกับระบบหายใจในขั้นที่สูง, แก้เรื่องระบบการหมุนเวียนของเลือด, ปัญหาเรื่องตับ, การอ่อนล้า และไม่มีแรง สารเลนติแนนที่สกัดจากเห็ดหอมใช้ในการรักษามะเร็งในบางประเทศ เลนติแนนมีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็ง, ช่วยให้อัตราการรอดชีวิตสูง, มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และลดการกลับมาเป็นมะเร็งอีก.

**เห็ดปุยฝ้าย** หรือเรียกในภาษาญี่ปุ่นว่า Yamabusitake พอลิแซ็กคาไรด์ในเห็ดปุยฝ้ายมีสรรพคุณในการป้องกันมะเร็งหลอดลม, ภาวะแพ้ และผิวหนังได้ เช่น ช่วยฟื้นฟูระบบประสาทในผู้ป่วยอัลไซเมอร์, ช่วยควบคุมการไหลเวียนของเลือด, ต้านมะเร็งจากสารแซ็กโครมา, ควบคุมระดับน้ำตาลไตรกลีเซอไรด์ และคอเลสเตอรอลในเลือด (Ryckowki 2012).

**เห็ดปุยฝ้าย** มีชื่อเรียกกันหลายชื่อ เช่น เห็ดแผงคอสิงโต, เห็ดหัวลิง, เห็ดปอม, ปอม และเห็ดยามาบูชิตาเกะ (ญี่ปุ่น) เห็ดชนิดนี้ดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายหัวลูกสิง เป็นเห็ดที่จัดอยู่ในชั้นเบซิไดโอมัยซีทีส อยู่ในตระกูลเฮริเซียซีอี เมื่อดอกแก่มีขนาดประมาณ 5-30 เซนติเมตร ดอกเห็ดเป็นเส้นๆ ยาว 3-6 เซนติเมตร เรียงกันเป็นก้อนทรงกลม เมื่ออ่อนเป็นสีชมพู, ขาว และเปลี่ยนเป็นสีออกเหลืองเมื่อแก่ เห็ดชนิดนี้ชาวจีนนิยมรับประทานนอกจากมีรสชาติอร่อยแล้ว ยังมีสรรพคุณทางยามากมาย ทำให้เห็ดชนิดนี้มีราคาค่อนข้างสูง ก่อนปี พ.ศ. 2502 เห็ดชนิดนี้ต้องเก็บจากป่าลึกเขตหนาว ที่พบขึ้นตามซากต้นไม้ที่ตายแล้ว ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงกันได้ในถุงและขวดพลาสติกได้ โดยใช้วัสดุจากของเหลือทิ้ง



ทางการเกษตร เช่น ชี้อ้อย, ขานอ้อย, ฟางข้าว, ช้างข้าวโพด และกากเมล็ดฝ้าย โดยนำไปผสมกับอาหารเสริม เช่น รำข้าว, น้ำตาล, ปูนขาว, ยิปซัม และอาหารเสริมอื่นๆ ในอียิปต์มีการทดลองเพาะเห็ดปุ๋ยฝ้ายในชี้อ้อยไม้เนื้ออ่อน อาจใช้ฟางข้าวและฟางข้าวสาลีล้วน หรืออาจผสมกับชี้อ้อยสามารถให้ผลผลิตคั่งค่าทางเศรษฐกิจ (Hassan 2007).

เมื่อนำส่วนผสมสำหรับเพาะเห็ดปุ๋ยฝ้ายผสมเข้ากันดีแล้วให้มีความชื้นในก้อนเห็ดประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์หรือพาสเจอร์ไรซ์ ก่อนนำไปหยอดด้วยเชื้อเห็ดที่ปราศจากเชื้อปนเปื้อน โดยเตรียมในข้าวฟ่างหรือเมล็ดธัญพืช หลังจากหยอดเชื้อแล้ว บ่มเลี้ยงเส้นใยที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส แต่ไม่ควรเกิน 35 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้เส้นใยชะงัก ใช้เวลาประมาณ 25-30 วัน เส้นใยจะเจริญเต็ม นำไปกระตุ้นดอกโดยให้อยู่ในอุณหภูมิประมาณ 20-24 องศาเซลเซียส ให้แสงปานกลาง, ให้ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อตุ่มดอกเริ่มออก ให้ลดปริมาณแสงลง เพื่อไม่ให้เกิดการพัฒนาของดอกชะงัก หลังจากนั้น 10 วัน จะสามารถเก็บผลผลิตได้ ถ้าปล่อยไว้ให้แก่ เห็ดจะเริ่มผลิตสปอร์ หลังจากเก็บเกี่ยวแล้ว ควรทำความสะอาดปากขวดหรือถุงให้อากาศสามารถถ่ายเทได้ดี เพื่อให้เส้นใยรวมตัวกันสร้างดอกเห็ดสำหรับรุ่นต่อไป ปกติเห็ดปุ๋ยฝ้ายจะให้ผลผลิต 3-4 รุ่น โดยรุ่นแรกๆ จะให้ผลผลิตสูงสุดและลดลงในรุ่นต่อไป ขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่เหลืออยู่ในวัสดุเพาะเลี้ยง เห็ดปุ๋ยฝ้ายสามารถใช้รับประทานสดหรือดองในน้ำเกลือหรือทำให้แห้งเพื่อเก็บไว้ใช้ได้นานๆ (Chang and Miles 2004) ในเห็ดปุ๋ยฝ้ายมีโปรตีนสูงถึง 26.3 กรัม, ไขมัน 4.2 กรัม, ฟอสฟอรัส 856 มิลลิกรัม, เหล็ก 18 มิลลิกรัม, แคลเซียม 2 มิลลิกรัม, วิตามิน บี1 0.69 มิลลิกรัม และวิตามิน บี2 1.89 มิลลิกรัม จากน้ำหนักเห็ดแห้ง 100 กรัม มีคุณสมบัติในการฟื้นฟูระบบประสาทในหนูทดลอง, กระตุ้นปัจจัยการสร้างเซลล์ประสาทใหม่ และช่วยฟื้นฟูความจำได้ดีขึ้น (Hassan 2007).

### **ปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเส้นใย**

เส้นใยเห็ดต้องการแหล่งคาร์บอนที่สำคัญ ซึ่งได้จากแป้ง, กลูโคส, ฟรักโทส, มอลโทส, แพนโทส, ลิกนิน, เซลลูโลส, ซูโครส และเพกทิน เป็นต้น แหล่งไนโตรเจนหรือแหล่งโปรตีนนั้น เส้นใยเห็ดสามารถได้รับจากกากถั่วเหลืองป่น, รำข้าว, ผงยีสต์ป่น, แอมโมเนียมซัลเฟต และกรดแอมิโนต่างๆ อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-เบส อยู่ระหว่าง 5.5-6.5 เส้นใยเห็ดสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงได้ถึง 15-20 เปอร์เซ็นต์ ถ้าสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เส้นใยจะชะงักการเจริญเติบโต (Chang and Miles 2004).

## ปัจจัยในการสร้างดอกและพัฒนาดอก

การกระตุ้นให้เส้นใยรวมตัวกันเกิดเป็นดอกและพัฒนาดอกให้เติบโตขึ้นนั้น ต้องอาศัยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, แสง และอุณหภูมิ ตัวอย่างเช่น ถ้าในโรงเรือนหรือในถุงบรรจุวัสดุเพาะเลี้ยงมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงถึง 600 ppm หรือ 0.06 เปอร์เซ็นต์ เห็ดจะมีก้านยาวและไม่พัฒนาเป็นดอกเห็ด.

แสงขึ้นอยู่กับระยะของการพัฒนา ในระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยนั้นไม่ต้องการแสงเลย ดังนั้น ในโรงบ่มหรือเลี้ยงเส้นใยควรไม่ให้มีแสงเลย ความเข้มของแสงเพียง 600 ลักซ์ นานกว่า 12 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นให้เกิดการสร้างตุ่มดอก แต่ถ้าต้องการให้ดอกโตขึ้นต้องให้ความเข้มของแสงระหว่าง 50-500 ลักซ์ สีของดอกจะขึ้นกับความเข้มของแสง ถ้าแสงน้อยสีของดอกเห็ดจะจางลง อุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ อุณหภูมิในการพัฒนาดอกนั้นควรอยู่ระหว่าง 10-18 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและสายพันธุ์ เห็ดนางรมแต่ละชนิดต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในการพัฒนาตุ่มดอก (Stamets 1993).

## 2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

### 2.1 วัสดุอุปกรณ์

#### 2.1.1 การผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์

1. ดอกเห็ดสดที่มีลักษณะที่ต้องการ.
2. ใบมีดผ่าตัด.
3. เข็มเขี่ยเชื้อ.
4. ขวดแบน.
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์.
6. แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 75 เปอร์เซ็นต์.
7. ตู้เขี่ยเชื้อ.
8. อาหารวุ้นพีดีเอ (Potato Dextrose Agar).
9. หม้อนึ่งความดัน.
10. ชั้นวาง.
11. จุกสำลี.

#### 2.1.2 การผลิตหัวเชื้อขยาย

1. หม้อนึ่งความดัน.
2. เชื้อเห็ดบริสุทธิ์ (เห็ดนางนวล, เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย, เห็ดปุยฝ้าย และเห็ดหอม).
3. ขวดแบนหรือขวดไซตาขนาดเล็ก.
4. ตู้เขี่ยเชื้อ.
5. เข็มเขี่ยเชื้อ.
6. ชั้นวาง.
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์.
8. แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์.
9. จุกสำลี.
10. กระดาษหุ้มปากขวด.
11. เมล็ดข้าวฟ่างพันธุ์สีขาว หรือเมล็ดธัญพืชอื่นๆ.
12. ปูนขาว ( $\text{CaCO}_3$ ).

### 2.1.3 การผลิตก้อนเชื้อเห็ด

1. หัวเชื้อขยาย (หัวเชื้อในเมล็ดข้างฟาง).
2. ช้อนเขี่ยเชื้อ.
3. ถังพลาสติกทนร้อน ขนาด 7x12 นิ้ว.
4. หม้อนึ่งความดัน.
5. ชั้นวาง.
6. แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์.
7. ตะเกียงแอลกอฮอล์.
8. ตู้เขี่ยเชื้อ.
9. คอขวด.
10. จุกสำลี.
11. กระดาษหุ้มปากขวด.
12. ห้องบ่มก้อน อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส.

### 2.1.3 การทดสอบการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

1. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Impact sampler) MAS-1000 (Merck).
2. Nutrient agar (NA).
3. Acidified potato dextrose agar (PDA), pH 4.
4. จานอาหารเพาะเชื้อ.
5. ตู้บ่มเชื้อ.
6. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ.
7. หลอด Sterikon® Plus Bioindicator.

## 2.2 วิธีการทดลอง

### 2.2.1 การผลิตเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

นำดอกเห็ดที่ไม่ชำหรือฉ่ำน้ำและเห็นว่าไม่มีลักษณะดี ฉีกแบ่งครึ่ง 2 ส่วน ตามแนวยาวของดอก โดยระวังไม่ให้ส่วนด้านในที่แยกออกจากกันนั้นสัมผัสกับภาชนะใดๆ ใช้ปลายเข็มเขี่ยเชื้อที่มีปลายแหลมที่ผ่านการลนไฟฆ่าเชื้อจนแดงและทิ้งให้เย็นพอประมาณ กรีดตัดเนื้อเยื่อตรงกลางก้านดอกหรือบริเวณเนื้อที่ห่มกดอกติดกับก้านดอก ย้ายชิ้นส่วนเนื้อเยื่อเห็ดลงอาหารวุ้นพีดีเอ ด้วยความระมัดระวังไม่ให้ชิ้นเนื้อสัมผัสบริเวณปากขวด ปิดจุกสำลีแล้วนำไปบ่มเลี้ยงเชื้อในห้องที่สะอาด

ปราศจากแมลงและเชื้อปนเปื้อน ประมาณ 7 วัน จะเห็นเส้นใยสีขาวเจริญจากเนื้อเยื่อเห็ด ซึ่งส่วนนี้จะนำไปขยายและนำไปใช้เป็นแม่เชื้อต่อไป ถ้าพบเส้นใยเป็นสีอื่นหรือขาวขุ่น, มีเมือกเฝิ้มแสดงว่ามีเชื้อราและแบคทีเรียปนเปื้อนเกิดขึ้น ควรกำจัดทิ้ง.

**2.2.2 การผลิตหัวเชื้อเห็ดหรือหัวเชื้อขยาย** ซึ่งเป็นหลักปฏิบัติมาตรฐานสำหรับการผลิตเห็ดกระทำได้โดยนำหัวเชื้อบริสุทธิ์ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นพีดีเอมาขยายลงบนเมล็ดข้าวฟ่างที่หาได้ง่ายและราคาไม่สูงมาก ก่อนนำไปใช้ขยายลงในถุงก้อนเชื้อ มีวิธีการเตรียม ดังนี้ :

1. นำเมล็ดข้าวฟ่างมาทำความสะอาด โดยการคัดเอาสิ่งเจือปนออกแล้วแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน (เมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม จะใช้บรรจุในขวดแบนประมาณ 20 กรัมต่อขวด จะได้เชื้อขยายประมาณ 50 ขวด).

2. นำเมล็ดข้าวฟ่างจากข้อที่ 1 มาต้มพอสุก แต่เมล็ดต้องไม่บาน หากเมล็ดบานหรือสุกเกินไป จะทำให้เส้นใยจับตัวกันแน่น ไม่สะดวกในการเชื้อไปยังก้อนเชื้อเห็ด ควรจะเป็นระยะที่รอบนอกของเมล็ดสุกเท่านั้นก็เพียงพอ โดยด้านในของเมล็ดข้าวฟ่างยังเป็นผงแป้งสีขาวอยู่.

3. นำเมล็ดข้าวฟ่างจากข้อ 2 มาผึ่งลมให้แห้งพอหมาดๆ แล้วบรรจุลงในขวดแบนประมาณ 1/2 ขวด ปิดจุกด้วยสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษอีกทีหนึ่ง.

4. นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิอยู่ที่ 121 องศาเซลเซียส นึ่งนาน 30 นาที เพื่อฆ่าเชื้อในวัสดุเพาะเลี้ยง.

5. หลังจากเอาออกจากหม้อนึ่งแล้ว เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเย็นตัวลง ให้เขย่าขวดเบาๆ เพื่อให้ความชื้นของเมล็ดข้าวฟ่างในขวดกระจายอย่างสม่ำเสมอ นำไปเก็บบนชั้นที่ปลอดเชื้อ สามารถนำไปใช้เพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดต่อไป.

6. ทำการเชื้อเส้นใยเห็ดจากขวดเชื้อบริสุทธิ์ โดยการตัดวุ้นที่มีเส้นใยลงไปในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง ใช้เทคนิคการปลอดเชื้อและควรปฏิบัติในตู้เชื้อเชื้อ เส้นใยจะเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างภายใน 2-3 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกถ่ายในถุงก้อนเชื้อต่อไป.

### 2.2.3 การผลิตก้อนเชื้อในถุงพลาสติก

1. นำขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ผ่านการร่อนเศษวัสดุอื่นๆ ออกแล้วมา 100 กิโลกรัม ใส่ลงไปในเครื่องผสม และใส่อาหารเสริมตามที่ระบุไว้ในสูตรอาหาร ผสมส่วนผสมให้เข้ากันดี เติมน้ำสะอาดลงไปวัสดุเพาะให้มีความชื้นประมาณร้อยละ 65 กระจายอย่างทั่วถึง ทดสอบความชื้นโดยการนำวัสดุเพาะมากำแล้วบีบให้แน่น หากพบว่า ไม่มีน้ำไหลออกมาตามง่ามมือและเมื่อแบมือออกส่วนผสมจับกันเป็นก้อนบางส่วนแสดงว่า ความชื้นในอาหารอยู่ในระดับเหมาะสม.

2. นำวัสดุเพาะที่ผสมดีแล้วมาบรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อนขนาด 7x12 นิ้ว โดยอัดส่วนผสมลงในถุงพลาสติกให้มีน้ำหนักประมาณ 800 กรัม สวมคอขวด ใช้อย่างรัดคอขวดแล้วปิดด้วยจุกสำลี จากนั้น นำมานึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ชันนาน 3-4 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือด หลังจากนั้น ทิ้งก้อนเชื้อให้เย็นประมาณ 40 องศาเซลเซียส เมื่อก้อนเชื้อเย็นแล้ว นำหัวเชื้อเห็ดที่ขยายลงในเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไปประมาณ 10-20 เมล็ด พร้อมเขย่าถุงเบาๆ เพื่อให้เมล็ดข้างฟางกระจายตัวดี.

3. นำก้อนเชื้อเห็ดไปบ่มในห้องที่สะอาดและมีด ควบคุมอุณหภูมิประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส เพื่อให้เส้นใยเจริญได้ดี เส้นใยเห็ดสามารถเดินเต็มก้อนได้ภายใน 3-4 สัปดาห์ ควรพักก้อนเห็ดไว้ระยะหนึ่งก่อนหลังจากเชื้อเดินเต็มก้อน เพื่อให้เส้นใยสะสมอาหารเต็มที่ก่อนนำไปกระตุ้นให้ออกดอก.

4. หลังจากนั้น นำก้อนเห็ดที่เดินเต็มพร้อมกระตุ้นดอกไปไว้ที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อให้จุลินทรีย์ที่จะทำลายเห็ดชะงักการเจริญเติบโต ที่อุณหภูมิประมาณ 17-20 องศาเซลเซียส นาน 10-15 วัน จะเป็นผลดีต่อการเพาะเลี้ยง หลังจากนั้น นำก้อนเชื้อเข้าสู่โรงเรือนเปิดดอก โดยวางซ้อนกันบนชั้นรูปตัว “A” หรือชั้นพลาสติกแขวน ซึ่งเรียงกันสูงไม่เกิน 1.50 เมตร เนื่องจาก ความชื้นและความเย็นจากพื้นจะไม่สามารถขึ้นไปถึงก้อนที่อยู่บนชั้นบนๆ ได้ในชั้นที่สูงเกินไป และความสะอาดต่อการเก็บดอกภายในโรงเรือนควรรักษาความชื้นสัมพัทธ์ไว้ประมาณ 85-90 เปอร์เซ็นต์.

#### 2.2.4 การใส่เชื้อหรือการหยอดเชื้อ

ขั้นตอนนี้ควรทำในห้องที่ปลอดเชื้อ ไม่มีลมพัดแรง หรือทำในตู้เขี่ยเชื้อเพื่อป้องกันการปนเปื้อน โดยต้องทำความสะอาดตู้เขี่ยเชื้อให้สะอาดและฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ เปิดหลอดยูวีเพื่อฆ่าเชื้อทิ้งไว้ 4-6 ชั่วโมง นำขวดหัวเชื้อขยายที่ปราศจากการปนเปื้อนจากโรคและแมลงที่เตรียมไว้ เขย่าขวดเชื้อขยาย เพื่อให้เมล็ดธัญพืชที่มีเชื้อเห็ดเกาะอยู่กระจายตัวดี เพื่อสะดวกในการหยอดลงก้อนเชื้อ นำก้อนเชื้อเห็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อและทิ้งให้เย็นในห้องปลอดเชื้อแล้วที่ต้องการมาเปิดจุกสำลี แล้วหยอดเชื้อลงไปประมาณ 1-2 กรัม หรือประมาณ 5-10 เมล็ด แล้วปิดจุกทันที ขั้นตอนนี้ควรทำที่ละก้อนและต้องใช้เวลาที่รวดเร็ว อาจใช้คน 1 คน คอยเปิดจุกและใช้อีกคนเป็นคนใส่เชื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้ออื่น หลังจากเสร็จขั้นตอนนี้นำก้อนเชื้อไปเลี้ยงเส้นใยต่อไป.

#### 2.2.5 การบ่มเชื้อหรือการเลี้ยงเส้นใย

เป็นขั้นตอนการนำก้อนเชื้อที่หยอดเชื้อเห็ดแล้วมาเลี้ยงให้เส้นใยเจริญเต็มถุง, โดยจะใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัสดุเพาะที่ใช้เลี้ยง เพื่อให้เชื้อเห็ดหรือเส้นใยเห็ดเจริญอย่างเต็มที่ ควรรักษาอุณหภูมิในระยะนี้ให้คงที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส และควรเป็นห้องที่

สะอาดและมีดสนิท เนื่องจาก แสงจะช่วยกระตุ้นให้เส้นใยสร้างตุ่มเห็ด สร้างผนังสีน้ำตาลและเจริญเป็นดอกเห็ดเร็วกว่าปกติ ควรรักษาระดับความชื้นสัมพัทธ์ของห้องประมาณ 65-75 เปอร์เซ็นต์.

### 2.2.6 การกระตุ้นให้เห็ดออกดอก

หลังจากเส้นใยเห็ดเจริญเต็มที่แล้ว ควรปล่อยให้เส้นใยเห็ดรัดตัวและสะสมอาหารเพิ่มมากขึ้นประมาณ 5-7 วัน จึงจะทำการเปิดถุง เพื่อกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ด โดยการเอาจุกสำลีออก เพื่อให้อากาศและความชื้นผ่านเข้าไปกระทบเส้นใยเห็ด และถอดเอาคอขวดออก ดอกเห็ดจะเริ่มทยอยออก ถ้าเป็ปากถุงกว้างดอกเห็ดจะออกปริมาณมาก แต่ดอกจะมีขนาดเล็ก พยายามหลีกเลี่ยงการรดน้ำที่ทำให้น้ำเข้าถุงเห็ด น้ำจะขังและก้อนเห็ดเน่าได้ โดยการรดน้ำ จะรดที่พื้นและผนังโรงเรือน โดยไม่ให้เกิดน้ำขังในก้อนเห็ด ซึ่งจะทำให้เน่าเสียได้.

### การเพาะเห็ดหอม

การเพาะเห็ดหอมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ การเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติก (Bag cultivation) และการเพาะเห็ดหอมในท่อนไม้ (Log cultivation) ในที่นี้จะเน้นเรื่องการเพาะในถุงพลาสติก เนื่องจากสามารถควบคุมการให้ผลผลิตได้ดีกว่าการเพาะในท่อนไม้ การเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกนั้น ประสบความสำเร็จมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 เป็นการเลียนแบบธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้ท่อนไม้ เพื่อเป็นการอนุรักษ์ป่าธรรมชาติที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารไว้ เนื่องจาก เห็ดหอมสามารถย่อยสลายเซลลูโลสและลิกนินได้ดี ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนมีส่วนประกอบต่างๆ ที่ใกล้เคียงกับการใช้ท่อนไม้ จึงสามารถนำมาใช้ทดแทนได้ดี.

### การกระตุ้นดอกหรือเปิดดอก

หลังจากเส้นใยเดินเต็มถุงแล้วต้องทิ้งไว้ 1-2 เดือน เพื่อรอให้เส้นใยรัดตัวและเปลือกนอกเส้นใยเปลี่ยนเป็นผนังสีน้ำตาลประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของก้อน ควรกระตุ้นดอกโดยใช้น้ำเย็น โดยแช่ก้อนเห็ดในน้ำเย็นนาน 2 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อกระตุ้นการเกิดดอก ถ้าในฤดูหนาวนำก้อนเชื้อมาแช่ในน้ำเย็น 10-15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนที่จะนำไปกรีดถุงพลาสติกออกให้เหลือเฉพาะส่วนก้นถุงประมาณ 1-2 นิ้ว เมื่อก้อนเห็ดสัมผัสกับอากาศจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น นำก้อนเห็ดไปไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ 85-90 เปอร์เซ็นต์ จะเกิดตุ่มดอกเห็ดขึ้นและจะสามารถเก็บผลผลิตได้ภายใน 7-10 วัน.

หลังจากเก็บผลผลิตรุ่นแรกแล้ว ก็อนเห็นต้องการการพักตัวประมาณ 15-20 วัน หลังจากนั้น จะกระตุ้นด้วยความเย็นอีกครั้ง โดยใช้สปริงเกอร์รดน้ำแบบพ่นฝอย 1 วัน 1 คืน (ระยะนี้ก็อนเห็นต้อง เปลี่ยนเป็นสีนํ้าตาลมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) หลังจากนั้น ถ้าอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม จะให้ ผลผลิตรุ่นที่ 2 ให้ทำการกระตุ้นเช่นเดียวกันและทำเช่นนี้เรื่อยไปในผลผลิตรุ่นต่อไป ผลผลิตในรุ่นที่ 1 และที่ 2 ทรงดอกเห็นดีมักจะไม่ค่อยสมบูรณ์ แต่หลังจากรุ่นที่ 3 ไปแล้ว ดอกเห็นจะสมบูรณ์และ สม่าเสมอดี ผลผลิตเห็นดีสตออยู่ประมาณ 50-400 กรัม ต่อก่อนเชื้อ 500-1,000 กรัม ขึ้นอยู่กับการดูแล และจัดการของผู้เพาะเลี้ยง.

ปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่ต้องปฏิบัติในระยะการให้ดอก คือ การรักษาอุณหภูมิให้เหมาะสม ที่ประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส และความชื้นที่ระดับ 85-90 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายอากาศดี เพื่อให้ดอกเห็นเจริญ หากมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมสูง จะทำให้ดอกเห็นมีก้านยาว หมวกดอกเห็นไม่เจริญหรือลักษณะผิดปกติ และถ้าได้รับแสงพอเหมาะหมวกดอกเห็นจะมีสีเข้ม.

### 2.2.7 การเก็บเกี่ยว

ควรเก็บดอกเห็นขณะดอกเห็นยังอ่อนอยู่ สังเกตที่หมวกดอกเห็นยังไม่บานเต็มที่ เยื่อหุ้มได้ หมวกดอกเห็นยังไม่ปริแยกออก ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดต้องการ ควรลดการให้นํ้าก่อนเก็บผลผลิต เนื่องจาก เห็นอาจจะเน่าเสียหาย หากดอกเห็นมีความชื้นสูง ควรบรรจุในถุงพลาสติกนำเก็บในตู้เย็น ได้นาน 3-4 สัปดาห์.

### 2.2.8 การทดสอบการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

1. บันทึกข้อมูลต่างๆ ของกระบวนการผลิตโดยการสอบถามผู้ปฏิบัติงาน.
2. ดำเนินการทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต ดังนี้ :

2.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและราในอากาศตามห้องต่างๆ ของกระบวนการผลิต

**สถานที่เก็บตัวอย่างอากาศ :** ห้องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเพาะเห็น ซึ่ง ประกอบด้วย ห้องเตรียมก้อนเชื้อเห็น, ห้อง Autoclave, ห้องอาบน้ำ, ห้องเขี่ยเชื้อ, ห้องบ่มก้อนเชื้อ, ห้องผลิตเชื้อเห็น, โรงเปิดดอก, ห้องตัดแต่ง และบรรจุดอกเห็น ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างอากาศในแต่ละห้องขึ้นอยู่กับสภาพห้อง, ความแออัดของห้อง และโอกาสที่จะมีการปนเปื้อนของเชื้อ.

**วิธีการเก็บตัวอย่าง :** เก็บตัวอย่างอากาศปริมาตร 100 ลิตรต่อจุด ด้วยเครื่องเก็บ ตัวอย่างอากาศ (Impact sampler) MAS-1000 (Merck) อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ คือ Nutrient agar (NA) เพื่อนับปริมาณแบคทีเรียและ acidified potato dextrose agar (PDA) pH 4 สำหรับนับ



ปริมาณเชื้อรา plates ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างอากาศจะถูกนำไปบ่มในสภาวะที่เหมาะสม คือ นำ NA ไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และ บ่ม PDA ที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 10 วัน ทำการนับโคโลนีที่ปรากฏ แล้วนำไปแปลงค่าตามที่กำหนดไว้ในตารางของคู่มือการใช้งานของเครื่อง จากนั้น คำนวณหาจำนวนโคโลนี/อากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร.

## 2.2 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิต

**ตัวอย่างน้ำ :** น้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วยน้ำดิบจากบ่อน้ำ, น้ำใน Tank ข้างห้องเย็นเก็บเชื้อ, น้ำในถังที่ผสมคลอรีน และน้ำจากหัวฟ่นในโรงเปิดดอก.

**การเก็บตัวอย่าง :** เป็นไปตามวิธีที่กำหนดโดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

**การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ :** วิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (viable count), ปริมาณรา, coliform bacteria และ *Escherichia coli* ตามวิธีที่กำหนดไว้ใน FDA's Bacteriological Analytical Manual.

2.3 ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของหลอดยิว ใช้วิธีการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ ตามที่ระบุไว้ในเอกสาร Practical Guideline on Quality Assurance and Performance Testing of Culture Media for the User (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์).

### วิธีการทดสอบ

1. หยดเชื้อ *Enterobacter aerogenes* บนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ NA ให้มีจำนวนเชื้อ ประมาณ 200-250 โคโลนีต่อจาน.
2. ใช้แท่งแก้วปราศจากเชื้อเกลี่ยเชื้อให้กระจายทั่วผิวหน้า.
3. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อเหล่านี้ไปวางในตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการทดสอบ.
4. เปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อภายใต้แสงยูวีตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ต้องไม่น้อยกว่า 2 นาที.
5. เมื่อครบเวลาทดสอบ ปิดฝาจานอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปบ่มในสภาวะที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง.
6. อ่านผลโดยนับจำนวนโคโลนีที่ปรากฏ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์การฆ่าเชื้อเปรียบเทียบกับจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่โดนแสง UV.

## 2.4 ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ

**วิธีการทดสอบ :** ใส่หลอด Sterikon® Plus Bioindicator ลงในขวดที่มีวัสดุเพาะเห็ด บรรจุอยู่ จำนวน 15 ขวด จากนั้น นำไปเรียงใส่ในเครื่อง autoclave กระจายตามจุดต่างๆ จากนั้น บรรจุก้อนเชื้อเห็ดที่เหลือจนครบ 840 ขวด ทำการฆ่าเชื้อตามการปฏิบัติงานจริง คือ ฆ่าเชื้อด้วย

อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อขวดวัสดุเพาะเห็ดเย็นลง จึงนำหลอด Sterikon® Plus Bioindicator ออกจากขวดแล้วนำไปป้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง.

**การอ่านผล :** หากเครื่อง autoclave มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อ สารละลายเชื้อในหลอด Sterikon® Plus Bioindicator จะไม่เปลี่ยนสี แต่หากสารละลายในหลอดเปลี่ยนจากสีม่วงใสเป็นสีเหลืองขุ่น แสดงว่า เชื้อในหลอดเจริญได้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อตรงจุดทดสอบดังกล่าวมีปัญหา.

### 3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

#### 3.1 การผลิตเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

การผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์ได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาวดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยหัวเชื้อเห็ดทั้งหมดใช้เชื้อจากดอกเห็ดสด เพาะเลี้ยงหัวเชื้อในอาหารพีดีเอ เชื้อสามารถเจริญได้ดี ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้ออื่น การผลิตหัวเชื้อจะใช้หัวเชื้อที่ผ่านการต่อเชื้อไม่เกิน 3 รุ่น เพื่อป้องกันเชื้ออ่อนแอ เส้นใยสามารถเจริญจนเต็มอาหารวุ้นภายใน 15 วัน ดอกเห็ดที่มีขนาดใหญ่ เช่น เห็ดหอม, เห็ดนางรมดอย และเห็ดนางนวนล สามารถปลูกถ่ายเนื้อเยื่อได้สะดวกกว่าดอกเห็ดที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำเนื้อเยื่อจากเห็ดปุ๋ยฝ้ายมาเลี้ยงเชื้อ.

ในการผลิตหัวเชื้อบริสุทธิ์ต้องหมั่นคอยตรวจดูการเจริญเติบโตของเส้นใย เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้ออื่น ซึ่งเมื่อนำไปใช้จะทำให้เกิดการปนเปื้อนและเกิดความเสียหายได้ การบ่มเส้นใยในห้องที่มีด อุณหภูมิห้องสม่ำเสมอที่ประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส และความชื้นต่ำทำให้เส้นใยเดินเร็วและเส้นใยแข็งแรง.

#### 3.2 การผลิตหัวเชื้อขยาย

การผลิตหัวเชื้อขยายได้ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาวดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยหัวเชื้อขยายทั้งหมดนำไปใช้สำหรับการผลิตก้อนเชื้อเห็ดต่อไป การควบคุมความชื้นในข้าวฟ่างเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก บางครั้งข้าวฟ่างแฉะเกินไปหรือแห้งเกินไป ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของเชื้อขยาย แก้ไขโดยการเติมขี้เลื่อยผสมเข้าไปเพียงเล็กน้อยเพื่อช่วยดูดซับความชื้นที่เกินความจำเป็น และป้องกันไม่ให้ข้าวฟ่างแห้งเกินไป และเป็นการลดช่องว่างในการเดินของเส้นใยให้ทั่วถึง.

การใช้ข้าวฟ่าง 20 กรัมต่อขวด เป็นอัตราที่เหมาะสม เนื่องจากขนาดบรรจุดังกล่าวมีช่องอากาศประมาณร้อยละ 50 จึงเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย ถ้าบรรจุมากเกินไปจะทำให้พื้นที่อากาศน้อย และเส้นใยอยู่ใกล้ปากขวดมากเกินไป ทำให้มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อราแข่งขันได้ง่าย ข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม จะบรรจุได้ 50 ขวด เมื่อเส้นใยเห็ดเดินเต็มขวดแล้ว แต่ยังไม่พร้อมที่จะนำไปใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อแก็เกินไป ควรเขย่าขวดเชื้อเพื่อไม่ให้เส้นใยเกาะกันแน่น ไม่สะดวกในการนำไปแช่ลงถุงก่อนเห็ดที่เตรียมไว้ในขั้นต่อไป.

### 3.3 การผลิตก้อนเชื้อในถุงพลาสติก

#### 3.3.1 เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย, เห็ดนางรมวล และเห็ดปุยฝ้าย

ดำเนินการผสมวัสดุเพาะตามสูตรที่ระบุไว้ โดยต้องร่อนเอาเศษวัสดุที่ขึ้นใหญ่หรือเศษวัสดุอื่นออก ซีลี้อยที่ซีต้องไม่มีการใช้สารเคมีเจือปน และต้องเป็นซีลี้อยที่ไม่ผ่านการหมักมาก่อน การผสมวัสดุเพาะเห็ดด้วยเครื่องผสมสามารถควบคุมให้ส่วนผสมต่างๆ เข้ากันได้ดี การกระจายความชื้นสม่ำเสมอ หลังจากผสมวัสดุเพาะเข้ากันได้ดีแล้ว นำวัสดุเพาะเห็ดบรรจุลงถุงพลาสติกให้ได้น้ำหนัก 800 กรัม เนื่องจาก เห็ดตระกูลนางฟ้า, นางรม เส้นใยสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ดี ดังนั้น เชื้อเห็ดตระกูลนี้จะเจริญเติบโตได้รวดเร็ว ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้ออื่นๆ น้อย.

ในโครงการใช้เครื่องบรรจุถุงแบบอัตโนมัติ เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของก้อนเห็ดและน้ำหนักเท่าเทียมกัน จากนั้น นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ แล้วจึงหยอดเชื้อตามชนิดเห็ดที่ระบุข้างต้น จากนั้น นำไปบ่มเลี้ยงเส้นใย การบ่มเลี้ยงเส้นใยที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ที่ความชื้น 65 เปอร์เซ็นต์ ในที่ปราศจากแสง ทำให้เส้นใยเจริญได้รวดเร็วและเส้นใยแข็งแรง โดยใช้เวลาประมาณ 30-35 วัน จะสามารถนำไปกระตุ้นให้ดอกออกได้ ก้อนเห็ดที่เส้นใยไม่สามารถเดินได้เต็มก้อน อาจมีสาเหตุจากที่ก้อนเชื้อแฉะหรือแห้งเกินไป การบ่มก้อนเชื้อควรมีอากาศถ่ายเทดี เพื่อลดปัญหาการคาร์บอนไดออกไซด์สะสมในปริมาณสูง และเกิดความร้อนจากการหายใจของเส้นใยเห็ดระหว่างการเจริญเติบโต.

#### 3.3.2 เห็ดหอม

ดำเนินการผสมวัสดุเพาะตามสูตรที่ระบุไว้ การปฏิบัติใช้วิธีการเหมือนกับข้อ 3.3.1 แต่ต้องใช้เวลาการบ่มเลี้ยงเส้นใยนานกว่ามาก สำหรับเห็ดหอมต้องใช้เวลาการเลี้ยงเส้นใย 90-120 วัน เพื่อให้เส้นใยเห็ดสร้างเกราะแผ่นหนังเหนียวสีน้ำตาลหุ้มก้อนทั้งหมด การเพาะเห็ดหอมแบบถุงจะใช้เวลาการเลี้ยงเส้นใยสั้นกว่าการเพาะแบบท่อนไม้ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ปี.

### 3.4 การกระตุ้นให้เห็ดออกดอก

#### 3.4.1 เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย และเห็ดนางรมวล

เมื่อก้อนเชื้อเดินเต็มก้อนและนำไปพักเพื่อให้เส้นใยรัดตัว แล้วจึงนำก้อนมาเรียงในชั้นตัวเองเพื่อกระตุ้นให้ดอกออก, การถ่ายเทอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์ และการให้แสง เป็นปัจจัยสำคัญในด้านคุณภาพของดอก การควบคุมแมลงโดยการใช้อาวุธชีวภัณฑ์มีความจำเป็นมาก เพื่อลดความเสียหายกับดอกเห็ด เนื่องจากระยะที่เห็ดออกดอกจะมีกลิ่นหอม ซึ่งแมลงชอบมาก ควรหลีกเลี่ยงการ

ใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูโดยเด็ดขาด เนื่องจากดอกเห็ดจะดูดซับเอาสารดังกล่าวไว้ การใช้สารสกัดชีวภาพในการควบคุมแมลงควรฉีดพ่นบริเวณพื้นไม้ให้ถูกดอกเห็ด การจัดการโรงเรือนให้สะอาดมีความสำคัญมากในการเปิดดอกเห็ด.

ผลผลิตเห็ดสดในรุ่นแรกให้ผลผลิตน้ำหนัก ประมาณ 80-100 กรัมต่อดอกต่อถุง เฉลี่ยผลผลิตเห็ดนางรมดอยและนางนวลถุงละประมาณ 300-500 กรัม และนางรมทองน้ำหนัก 100-150 กรัมต่อถุง น้ำหนักวัสดุเพาะ 800 กรัม เนื่องจาก นางรมทองมีขนาดดอกที่บางและกลุ่มดอกมีขนาดเล็ก, ดอกเปราะแตกง่าย, ไม่เหมาะกับการขนส่ง และเน่าเสียง่าย การผลิตเห็ดนางนวลเพื่อให้ได้มีคุณภาพที่ดีที่สุด ต้องเพาะเลี้ยงที่มีอากาศเย็นเช่นเดียวกับเห็ดนางรมดอย ที่จะให้สีเทาแกมน้ำเงิน แต่ถ้าเพาะในที่ที่มีอุณหภูมิสูง ดอกจะบาง, น้ำหนักดอกน้อย และสีดอกเหมือนกับนางรมฮังการี.

**ตารางที่ 1. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการเพาะเห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย และเห็ดนางนวล**

ขั้นตอนกิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)
ขยายหัวเชื้อ (ในอาหารวันพีดีเอ)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในเมล็ดข้าวฟ่าง)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในซีลี้อย)	20
ทำก้อนเชื้อเห็ด	1
ระยะเวลาการบ่มก้อน	30 - 35
กระตุ้นดอก	5
สามารถนำไปเปิดดอกได้	-

**3.4.2 เห็ดปูยฝ้าย**

การเปิดดอกเห็ดดำเนินการเช่นเดียวกับการเปิดดอกเห็ดนางรมทอง, นางรมดอย และนางนวล แต่การให้ความชื้นในโรงเรือนในเห็ดปูยฝ้ายจะละเอียดมากกว่า เนื่องจากโครงสร้างของเห็ดปูยฝ้ายง่ายต่อการดูดซับน้ำ ทำให้ดอกเห็ดเน่าง่าย ดังนั้น การให้น้ำควรเป็นการให้แบบพ่นหมอกหรือการรดบริเวณพื้นและผนังโรงเรือน จากการทดลองเพาะเห็ดปูยฝ้ายในฤดูฝนที่ศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาว ดอยปูยพบว่า เห็ดเน่าเสียหายมาก เนื่องจากความชื้นในอากาศสูง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่การเพาะในฤดูหนาวและฤดูแล้งได้ผลดี ผลผลิตเห็ดสดในรุ่นแรกให้ผลผลิตน้ำหนัก ประมาณ 80-100 กรัมต่อดอกต่อถุง เฉลี่ยผลผลิตเห็ดปูยฝ้ายถุงละประมาณ 200-350 กรัมต่อถุง น้ำหนักวัสดุเพาะ 800 กรัม.

## ตารางที่ 2. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการผลิตเห็ดปุยฝ้าย

ขั้นตอนกิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)
ขยายหัวเชื้อ (ในอาหารรุ้นพีดีเอ)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในเมล็ดข้าวฟ่าง)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในขี้เลื่อย)	20
ระยะเวลาการบ่มก้อน	30 - 40
กระตุ้นดอก	5
สามารถนำไปเปิดดอกได้	-

### 3.4.3 เห็ดหอม

ดำเนินการเช่นเดียวกับก้อนเห็ดชนิดอื่น แต่การเปิดดอกเห็ดหอมไม่ต้องวางบนชั้น วางก้อนเห็ดลงบนพื้นดินหรือพื้นซีเมนต์ ทำการกระตุ้นโดยการใช้ไม้ที่ด้านบนของก้อน เพื่อให้ก้อนเห็ดกระทบกระเทือน หลังจากนั้น ทำการให้น้ำ เห็ดหอมสามารถให้ผลผลิตนาน 60 วัน โดยทำการกระตุ้นเป็นระยะ ผลผลิตเห็ดหอมสดจะมีน้ำหนักรวมประมาณ 150-200 กรัมต่อก้อน วัสดุเพาะหนัก 800-1,000 กรัม การปนเปื้อนของราเขียวในระยะเปิดดอก ไม่ก่อปัญหาสำหรับการเปิดดอกเห็ดหอม เนื่องจากเห็ดหอมมีแผ่นหนังเหนียวป้องกันได้ ศัตรูที่สำคัญในระยะนี้ คือ ตัวงแจะดอกเห็ด และแมลงกัดกินดอกเห็ด อย่างไรก็ตาม การเก็บรักษาดอกเห็ดให้มีอายุการเก็บรักษานานต้องไม่รดน้ำที่ตัวดอกเห็ด เนื่องจากจะทำให้ดอกเห็ดเน่าเสียง่าย.

## ตารางที่ 3. สรุประยะเวลาและขั้นตอนการผลิตเห็ดหอม

ขั้นตอนกิจกรรม	ระยะเวลา (วัน)
ขยายหัวเชื้อ (ในอาหารรุ้นพีดีเอ)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในเมล็ดข้าวฟ่าง)	15
ขยายหัวเชื้อ (ในขี้เลื่อย)	20
ทำก้อนเชื้อเห็ด	1
ระยะเวลาการบ่มก้อน	90 - 120
สามารถนำไปกระตุ้นดอกได้	2 - 4
พักตัวรุ้นต่อไป	7 - 21
กระตุ้นดอก	2 - 4

### 3.5 การทดสอบการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

#### 1. ผลการติดตามการบันทึกข้อมูลต่างๆ ของระบบการผลิตฯ

มีการจัดทำบันทึก/เอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตให้ติดตามหลักเกณฑ์การผลิตที่ดี แต่ให้มีการปรับปรุงการดำเนินการจดบันทึกข้อมูลต่างๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อง่ายต่อการติดตาม หากเกิดการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต.

#### 2. ปริมาณแบคทีเรียและราในอากาศ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและราในอากาศตามห้องต่างๆ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องมือ Impact sampler MAS-1000 (Merck) ในปริมาตร 100 ลิตร/จุด ตัวอย่าง ใช้ NA เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย และ acidified PDA เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อรา ดังแสดงในตารางที่ 4.

ตารางที่ 4. ปริมาณแบคทีเรียและราในอากาศในห้องต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเห็ด

ห้อง/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อในอากาศ (โคโลนี)	
	แบคทีเรีย	รา
1. ห้องเตรียมก้อน	480	501
2. ห้อง Autoclave	335	430
3. ห้องอาบน้ำ	509	503
4. ห้องเชี่ยเชื้อ	444	210
5. ห้องผลิตหัวเชื้อ	205	124
6. โรงเปิดดอก	180	455
7. ห้องตัดแต่ง/บรรจุดอกเห็ด	310	455

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้ข้อกำหนดของ WHO และ AIHA เป็นเกณฑ์ (ปริมาณแบคทีเรียในอากาศภายในอาคารไม่ควรเกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่ปริมาณราก็ไม่ควรเกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เมตร เช่นเดียวกัน) จะเห็นได้ว่า ปริมาณแบคทีเรียและราอยู่ในเกณฑ์ที่พอยอมรับได้ แต่ควรมีการจัดการควบคุมให้ดีกว่าเดิมและทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดและควบคุมสาเหตุของการปนเปื้อนในกระบวนการผลิต.

### 3. ปริมาณเชื้อในน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการเพาะเห็ด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อของตัวอย่างน้ำทดสอบ ตั้งแต่ น้ำดิบจากบ่อน้ำ, น้ำใน tank น้ำดื่ม, น้ำในถังที่ผสมคลอรีนและน้ำที่ใช้พ่นในโรงเปิดดอก บ่งชี้ว่า น้ำทุกตัวอย่างมีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย, coliform bacteria, *E. coli* และ *Salmonella* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 5 และมีค่า pH เท่ากับ 6.5.

### ตารางที่ 5. ปริมาณแบคทีเรียในน้ำที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตเห็ด

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาณเชื้อในตัวอย่างน้ำ			
	แบคทีเรีย/ มิลลิลิตร	Coliform bacteria**	<i>E. coli</i> **	<i>Salmonella</i> **
1. น้ำดิบจากบ่อน้ำ	< 10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
2. น้ำใน Tank ช่างห้องเย็นเก็บเชื้อ	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
3. น้ำในถังที่ผสมคลอรีน	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
4. น้ำจากหัวพ่นในโรงเปิดดอก	<10	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ

หมายเหตุ : \*\* ในตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร

ปริมาณแบคทีเรียในน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ผ่าน หากแต่ควรดูแลความสะอาดของถังน้ำให้เข้มงวดอยู่เสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเหล่านี้กลายเป็นแหล่งสะสมของเชื้อ.

### 4. ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของหลอดยูวี

ผลการทดสอบระบุว่า หลอดยูวีที่ใช้ยังมีประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อลดลง ควรมีการจัดทำตารางเวลาการใช้, การเปลี่ยนหลอดยูวี เพื่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ.



## ตารางที่ 6. เปอร์เซ็นต์การฆ่าเชื้อของหลอดยิวีในห้องต่างๆ

	สถานที่	ระยะเวลาสัมผัส	เปอร์เซ็นต์การฆ่าเชื้อ
1. ห้องเขี่ยเชื้อ			
จุดที่ 1.1	กลางห้องสูงจากพื้น ประมาณ 90 เซนติเมตร	2 นาที	96
จุดที่ 1.2	บนโต๊ะเขี่ยเชื้อ	2 นาที	98
จุดที่ 1.3	บนพื้นมุมห้องข้างผนังห้องป่ม	2 นาที	96
จุดที่ 1.4	บนพื้นหน้าประตูเข้าออกของห้องอาบน้ำ-ห้องเขี่ย	2 นาที	90
2. ห้องป่มเชื้อ			
จุดที่ 2.1	ใต้หลอด UV กลางห้องสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร	2 นาที	90
จุดที่ 2.2	บนพื้น, มุมห้องด้านซ้ายใกล้ร่องระบายน้ำ	2 นาที	91
จุดที่ 2.3	บนพื้นกลางห้อง	2 นาที	97
3. ตู้เขี่ยเชื้อ	บนพื้นตู้	2 นาที	98

หมายเหตุ : \*\* หลอดยิวีที่มีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อต้องสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียบ่งชี้ได้ไม่ต่ำกว่า 99 เซนติเมตร

## 5. ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของ autoclave

จากการวางหลอด Sterikon® Plus Bioindicator ตามตำแหน่งต่างๆ ของ Autoclave และทำการนึ่งฆ่าเชื้อขวดวัสดุเพาะในสภาวะการใช้งานปกติที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่า ไม่มีการเจริญของเชื้อในหลอด Sterikon® Plus Bioindicator แสดงว่า Autoclave ที่ใช้ยังสามารถฆ่าเชื้อได้เป็นอย่างดีในสภาวะดังกล่าว.

## 4. สรุปผลการวิจัย

### 4.1 การผลิตเห็ดในถุงพลาสติกเพื่อเป็นวัตถุดิบ

#### 1. เห็ดนางรมทอง, เห็ดนางรมดอย และเห็ดนางรมขาว

การเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมทอง, นางรมดอย และนางรมขาวที่มีคุณภาพปราศจากการปนเปื้อนสารเคมีอันตราย ต้องเพาะเลี้ยงในระบบควบคุมตั้งแต่กระบวนการบ่มเลี้ยงเส้นใย กระบวนการกระตุ้นดอก และวิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เป็นมาตรฐาน ในการเพิ่มผลผลิตนั้น ควรเน้นเรื่องการจัดการโรงเรือนผลิตให้สะอาด โดยควบคุมการรบกวนของแมลงศัตรู, เชื้อจุลินทรีย์แข่งขัน และความสะอาดของผู้ปฏิบัติงาน.

การผลิตเห็ดตระกูลนี้ สามารถผลิตได้ตลอดฤดูกาล แต่ที่เหมาะสมที่สุดควรเป็นพื้นที่ที่มีอากาศเย็น สำหรับการผลิตที่เน้นวัตถุดิบที่ดีต้องมีแอนโทไซยานินจากเห็ดสูง การผลิตแบบแขวนก้อนซ้อนกันจะสามารถให้ผลผลิตสูงกว่าประมาณ 200 เปอร์เซ็นต์ ของการผลิตแบบวางก้อนบนชั้นตัวเอ เนื่องจากการระบายอากาศและการจัดการที่สะดวกกว่า.

#### 2. เห็ดปูยฝ้าย

การผลิตเห็ดปูยฝ้ายที่ให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ควรหลีกเลี่ยงการผลิตในฤดูฝน, ในกรณีที่ใช้โรงเรือนที่ไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้. แต่สำหรับโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิได้ สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี และเป็นเห็ดที่มีราคาสูงและมีสรรพคุณทางยา, จึงมีผู้สนใจบริโภคกันมากขึ้น ทั้งในรูปแบบรับประทานสดและแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม.

#### 3. เห็ดหอม

เห็ดหอมสามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี เป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมสูง ราคาเห็ดหอมยังมีการผันผวนมาก ฤดูกาลที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเห็ดหอม คือ ฤดูฝน เนื่องจาก ฤดูฝนมีความชื้นในอากาศสูง การเพาะเห็ดหอมในประเทศไทยยังเป็นการเพาะที่ต้องพึ่งพาอากาศภายนอกเป็นสำคัญ ภาคเหนือของไทยยังเป็นแหล่งที่ผลิตเห็ดหอมเป็นหลัก เนื่องจากมีอากาศเย็น การพัฒนาการเพาะเห็ดหอมในระบบปิดแบบวางบนชั้นในประเทศไทยยังไม่มี เนื่องจากยังมีความเชื่อที่ว่า การเพาะเห็ดหอมต้องวางกับพื้น ศูนย์วิจัยเห็ดเขตหนาวดอยปุยกำลังทดลองการเพาะเห็ดหอมแบบวางบนชั้นซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการ หากได้ผลจะสามารถลดพื้นที่โรงเรือนการผลิตเห็ดหอมได้ 3 ถึง 4 เท่า.

## 4.2 การทดสอบการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต

จากผลการสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ตามรายการที่ต้องตรวจสอบพบว่า มีการควบคุมที่ดีหากแต่ต้องมีการควบคุมและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง.

## 5. แนวทางการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ความต้องการบริโภคเห็ดสดยังมีสูง เนื่องจากเห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง บางชนิดมีสรรพคุณทางยามาก เช่น เห็ดหอมและเห็ดปุยฝ้าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริโภคมังสวิรัติ ปัญหาของการผลิตเห็ดของไทยนั้น เป็นการผลิตโดยพึ่งสภาพอากาศภายนอกเป็นหลัก ยังไม่นิยมการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ ทำให้สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของผลผลิตได้ การผลิตเห็ดในเชิงอุตสาหกรรมหรือการผลิตในระบบปิด มีการลงทุนในระยะแรกสูง จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยม การผลิตเห็ดโดยพึ่งสภาพอากาศภายนอกส่งผลต่อปริมาณ, ความสม่ำเสมอของผลผลิต และการปนเปื้อนของสารเคมีอันตราย ซึ่งแตกต่างจากการผลิตเห็ดในระบบปิดที่มีความปลอดภัยสูง บางประเทศสามารถพัฒนาการผลิตเป็นเห็ดอินทรีย์ได้ง่าย.

การผลิตเห็ดในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตในระบบมาตรฐาน GAP มีแต่เพียงผู้ผลิตรายใหญ่เพียงไม่กี่รายที่ลงทุนทำการผลิตในระบบปิดเท่านั้น ที่จะสามารถพัฒนาให้เป็นรูปแบบมาตรฐานสากลได้ หากมีการควบคุมการใช้สารเคมีในการผลิตหรือการให้ความรู้ในการผลิตเห็ดที่ถูกต้อง จะทำให้ลดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สดและเพื่อใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้เห็ดเป็นวัตถุดิบสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพ, ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และผลิตภัณฑ์ทางยา เป็นต้น.

## 6. ข้อเสนอแนะ

การผลิตเห็ดเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อื่นที่มีมูลค่าสูงต้องให้ความสำคัญกับระบบการผลิตที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้. การให้ความรู้เกษตรกรผู้ผลิตเห็ดมีความจำเป็นอย่างมากที่ส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคและผู้ผลิตเอง.

เกษตรกรขนาดเล็กสามารถรวมกลุ่มเป็นเครือข่ายผู้ผลิตเห็ด โดยภาครัฐให้การสนับสนุนด้านวิชาการและแหล่งทุน เช่น ในไต้หวัน, สาธารณรัฐประชาชนจีน มีการรวมกลุ่มในรูปของสหกรณ์ผู้เพาะเห็ด ทำให้เกิดความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจ, สังคม และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรในท้องถิ่นมีการนำของเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่าแทนที่ของเหลือทิ้งทางการเกษตรจะถูกเผาทำลายทิ้งก่อให้เกิดมลพิษมากมายที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน.

จากการที่ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สมาชิกอาเซียน (AEC) ในอนาคตอันใกล้นี้ มาตรฐานการผลิตสินค้าว่า มีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน, คัดกรองสินค้าที่มีคุณภาพสำหรับผู้บริโภคในประเทศ การพัฒนาการผลิตเชิงอุตสาหกรรมมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาการผลิต เนื่องจากวัตถุดิบทั้งหมดในการผลิตเห็ดนั้นมีในประเทศทั้งหมด ซึ่งสามารถหาได้ง่าย และมีราคาถูก.

แหล่งผลิตเห็ดจำเป็นต้องตั้งอยู่ห่างไกลจากชุมชน เนื่องจากกลิ่นจากกระบวนการผลิตอาจรบกวนชุมชนใกล้เคียง และควรอยู่ห่างจากคอกสัตว์หรือแหล่งทิ้งขยะ, แหล่งผลิตปุ๋ยหมัก และแหล่งทำการเกษตรที่มีการใช้สารเคมี เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากสารเคมีหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อเห็ด.

## 7. เอกสารอ้างอิง

- เห็ดเชื้อราชั้นสูง. 2555. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.rakbankerd.Com>,  
[เข้าถึงเมื่อ : 1 ตุลาคม 2555].
- Alam, N. *et al.* 2011. Assessment of antioxidant and Phenolic Compound Concentrations as well as Xanthine oxidase and Tyrosinase Inhibitory Properties of Different Extracts of *Pleurotus citrinopileatus* Fruiting Body. *Mycobiology* **39** (1), pp. 12-19.
- Chang, S.T. and Miles, P.G., 2004. Chapter 21 “Other Cultivated Mushrooms-Their Number Grows”, *Mushrooms Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*, second edition. Nd : CRC Press, 451 pp.
- Hassan, F.R.H., 2007. Cultivation of Monkey Head Mushroom (*Hericium erinaceus*) in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, **3**(10), pp. 1229-1233.
- Kurtzman, Jr., R.H., 2005. Mushroom : Sources for Modern Western Medicine, A review. *Micologia Aplicada International*. **17**(2), pp. 21-33.
- Medicinal mushrooms. 2012. [online]. Available at :  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Medicinal\\_mushrooms](http://en.wikipedia.org/wiki/Medicinal_mushrooms), [accessed 1 March 2012].
- Ryczkowki, A., 2012. *Hericium erinaceus* facts. [online]. Available at :  
<http://www.rakbankerd.Com>, [accessed 1 March 2012].
- Stamets, P., 1993. *Growing Gourmet and Medicinal Mushroom*. 2<sup>nd</sup> ed. C.A. : Ten Speed Press.

## ภาคผนวก

### สูตรอาหารสำหรับการผลิตวัตถุดิบเห็ด

#### 1. สูตรอาหารวุ้นพีดีเอ (Potato Dextrose Agar)

1. มันฝรั่งหั่นลูกเต๋า	200	กรัม
2. น้ำตาลทราย	20	กรัม
3. วุ้นทำขนม	20	กรัม
4. น้ำกลั่น	1,000	มิลลิลิตร

#### 2. สูตรอาหารก้อนเห็ดสำหรับการเพาะเห็ดปุ๋ยฝ้าย, เห็ดนางนวล, เห็ดนางรมดอย

##### และเห็ดนางรมทอง

1. ซีลี้อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
2. รำละเอียด	15-20	กิโลกรัม
3. กากน้ำตาล	1	กิโลกรัม
4. แป้งข้าวเหนียว	1	กิโลกรัม
5. ดิเกลื้อ	200	กรัม
6. ปูนขาว	1	กิโลกรัม

#### 3. สูตรอาหารสำหรับการเพาะเห็ดเห็ดหอม

1. ซีลี้อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
2. รำละเอียด	10	กิโลกรัม
3. กากน้ำตาล	2	กิโลกรัม
4. แป้งข้าวเหนียว	1	กิโลกรัม
5. ดิเกลื้อ	200	กรัม
6. ยิปซัม	500	กรัม