

การผลิตเห็ด

MUSHROOM PRODUCTION



เรียบเรียงโดย

ดำเกิง ป้องพาล

สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เชียงใหม่

2547

คำอุทิศ

คุณความดีใดๆ ที่เกิดจากเอกสารฉบับนี้

ขอมอบแต่...

บุพการี

ครู อาจารย์ ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา

และ

บูรพาจารย์ทุกท่านแห่งมหาวิทยาลัยแม่โจ้

คำนำ

เห็ดเป็นอาหารที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากขึ้น เนื่องจากสามารถเพาะเลี้ยงได้ทุกภาค ทุกฤดูกาล โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากเกษตรและป่าไม้เป็นวัตถุดิบ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า ในขณะที่มีผลตอบแทนต่อหน่วยพื้นที่การผลิตสูงกว่าพืชอื่น สามารถใช้แรงงานในครอบครัวและในท้องถิ่นโดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายแรงงานออกไปต่างถิ่น นอกจากนี้จะใช้เป็นอาหารประจำวันที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ประกอบด้วย โปรตีน วิตามิน แล้วยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรได้เป็นอย่างดี

ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตเห็ดที่หลากหลาย เห็ดในธรรมชาติหลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นอาหารประจำวันในฤดูฝน และนักวิชาการได้พยายามหาวิธีการเพาะเลี้ยงอยู่ในปัจจุบัน

การผลิตเห็ดในประเทศไทยเริ่มมาอย่างยาวนานมากกว่า 60 ปี สภาพการผลิตเห็ดที่แต่เดิมจัดทำเพื่อบริโภคในครัวเรือนหรือเป็นรายได้เสริม ได้เปลี่ยนแปลงไปสู่การผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ และเพื่อการส่งออกไปยังต่างประเทศ ทำให้ปริมาณการผลิตเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว การผลิตทางการเกษตรไทยในปัจจุบัน มีแนวโน้มว่า นอกจากจะผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุดแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการรักษาสภาพแวดล้อมให้อยู่ในสภาวะเหมาะสมและเป็นการผลิตที่ยั่งยืน มีความปลอดภัยแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค แนวคิดนี้ถูกถ่ายทอดจากผู้ผลิตจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งมาโดยตลอด

เอกสารการผลิตเห็ดเล่มนี้ ให้ความรู้เบื้องต้นโดยนำเสนอความรู้พื้นฐานทางชีววิทยาและการจำแนกเห็ด วิธีการและขั้นตอนการผลิตเห็ดเศรษฐกิจชนิดต่างๆ โดยเน้นการผลิตในสภาพภาคเหนือของไทย และเน้นหลักลักษณะการทำการเกษตรแบบยั่งยืน คือเป็นการผลิตที่ปลอดภัยจากสารพิษ และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมในเชิงระบบนิเวศเกษตร

ขอขอบคุณ อาจารย์ปรีชา รัตนัง คุณสุภาภรณ์ ศิริกรม คุณพัชรินทร์ แสนคำ คุณน้ำฝน แก้วมมะลิ คุณวิไลพร ศักดิ์พานิช และคุณวาสนา บ้องพาล รวมทั้งบุคคลอื่นๆ ที่ได้มีส่วนช่วยให้การจัดทำเอกสารนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอโน้มรับฟังข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นด้วยความยินดีเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณนักวิชาการทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ตลอดจนเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ดที่ได้นำภูมิปัญญาท้องถิ่นผนวกกับเทคโนโลยีที่เหมาะสม แล้วให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งได้เรียบเรียงเป็นตำรา บทความ รายงานต่างๆ ตามเอกสารอ้างอิงที่ได้นำมารวบรวมไว้ในเอกสารเล่มนี้

ดำเกิง บ้องพาล

สารบัญ

	หน้า
คำอุทิศ	
คำนำ	
สารบัญ	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิวัฒนาการการเพาะเห็ด	8
บทที่ 3 การจำแนกเห็ดรา	12
บทที่ 4 ความต้องการอาหารของเห็ดและวิธีฆ่าเชื้อ	39
บทที่ 5 การแยกเชื้อเห็ดเพื่อการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์	48
บทที่ 6 การทำปุ๋ยหมักเพาะเห็ด	61
บทที่ 7 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นดอกเห็ด	67
บทที่ 8 สถานการณ์การผลิตเห็ด	90
บทที่ 9 การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิสูงในการเจริญเติบโต	
- เห็ดฟาง	99
- เห็ดนางรม	119
- เห็ดนางฟ้า	133
- เห็ดเป๋าฮื้อ	139
- เห็ดดลม	149
- เห็ดหูหนู	153
- เห็ดขอนขาว	187
- เห็ดหลินจือ	192
- เห็ดยานางิ	201
บทที่ 10 การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการเจริญเติบโต	
- เห็ดหอม	206
- เห็ดแชมปิญอง	223
- เห็ดเข็มเงิน	249
บทที่ 11 เห็ดพิษ	254
บทที่ 12 แนวทางในการปรับปรุงพันธุ์เห็ด	264



บทที่ 1

บทนำ

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำประเภทรา จัดอยู่ในอาณาจักรย่อยแทลโลไบออนตา (Thallobionta) หมวดย่อยเห็ดรา (fungi) มีเส้นใยรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน เกิดเป็นดอกเห็ดอยู่เหนือพื้นดินหรือสิ่งที่ยึดอยู่ มีเนื้อในเห็ด (context) และมีครีบ (gill)

คำว่าเห็ดมีได้หมายถึงดอกเห็ดที่มีหมวก มีเนื้อ และมีครีบเท่านั้น แต่ยังสามารถหมายถึงราอีกหลายชนิดที่ออกเป็นดอกเห็ด ซึ่งอาจมีเนื้อนุ่ม แข็ง หรือเหนียว มีหมวกหรือไม่มีหมวกก็ได้

เห็ดรา(mushroom หรือ fungi) คือ สิ่งมีชีวิตจำแนกอยู่ในพวกจุลินทรีย์ (microorganisms) ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ (non-photosynthesis) จึงไม่สามารถผลิตสารสีเขียวหรือคลอโรฟิลล์ เห็ดที่มีสีเขียวจะเกิดจากสารอื่น ไม่ได้เกิดจาก pigment ของคลอโรฟิลล์เหมือนพืช จึงไม่สามารถผลิตอาหารใช้เองได้ แต่เห็ดรามีองค์ประกอบเป็นเส้นใย (hypha) และสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ (sexual reproduction) โดยใช้สปอร์ และบางกรณีสืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) ดังนั้น เห็ดราจึงดำรงชีวิตโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่น หรือเป็นเห็ดที่เกิดบนพืชหรือสัตว์ที่ยังมีชีวิตอยู่ (heterotroph microorganism) หรือจุลินทรีย์ด้วยกันเอง จัดแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. เห็ดราที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่น เรียกว่า เห็ดปรสิต หรือเห็ดที่ทำให้เกิดโรค (parasitic หรือ pathogenic fungi) และเมื่อสิ่งมีชีวิตนั้นตายไป ยังสามารถอาศัยซากสิ่งมีชีวิตนั้นต่อไปอีกได้เรียกว่า พวกปรสิตตามโอกาส (facultative parasite) เช่น เห็ดกระด้าง นอกจากอาศัยบนสิ่งมีชีวิตแล้ว บางครั้งยังทำอันตรายสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่นั้นจนถึงตายได้

2. เห็ดราที่อาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นในลักษณะพึ่งพาอาศัยกันกับพืชและสัตว์ และไม่เกิดความเสียหาย (symbiotic fungi) โดยอาศัยบริเวณรากพืชได้รับอาหารจากพืชและราจะผลิตสารปฏิชีวนะให้แก่พืช เรียกเห็ดพวกนี้ว่า ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) เช่น เห็ดไค เห็ดแดง เห็ดขมิ้น เห็ดตับเต่า (ต้นทองหลาง) เห็ดโคน(เห็ดปลวก) เห็ดระโงก เห็ดเผาะ

3. เห็ดราที่อาศัยซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วหรือเกิดตามผิวดินที่มีอาหารเห็ดอยู่ เรียกว่า เห็ดราแซปโพรไฟท์ (saprophytic fungi) จะพบบนตอไม้หรือท่อนไม้ที่ตายแล้ว เห็ดพวกนี้มีประโยชน์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่หมดสภาพแล้ว ซึ่งเห็ดที่เพาะเลี้ยงและนำมาใช้เป็นอาหารโดยทั่วไปอยู่ในกลุ่มนี้ เช่น เห็ดครง เห็ดขอนขาว เห็ดลม เห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดกระดุม ส่วนเห็ดที่เกิดบนผิวดินได้แก่ เห็ดหมึก เห็ดกระดอง เห็ดร่างแห เห็ดถอบ

เห็ดจัดเป็นราที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าราอื่นๆ ส่วนใหญ่อยู่ในราหมวดย่อย Basidiomycotina ที่สร้างสปอร์บนเบสิดิเดียม (basidium) ในโครงสร้างเบสิดิโอคาร์ป (basidiocarp) และราในหมวดย่อย Ascomycotina ที่สร้างสปอร์ในแอสคัส (ascus) ในโครงสร้างแอสโคคาร์ป (ascocarp) ทั้งเบสิดิเดียมและแอสคัสอยู่ในเยื่อกำเนิดสปอร์ (hymenium)

มนุษย์ทราบชื่อเห็ดราแล้วประมาณ 100,000 ชนิด คาดว่าความหลากหลายของเห็ดราในโลกอาจมีประมาณ 1.5 ล้านชนิด

ประเทศไทยอยู่เขตร้อนชื้น สภาพอากาศมีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของเชื้อรา เชื้อราในเขตนี้มีความหลากหลายมาก เนื่องจากมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ และนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นอย่างกว้างขวาง

ความสำคัญของเห็ดรา

การรักษาระบบนิเวศ

เห็ดรามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาป่า และการอนุรักษ์ระบบนิเวศทั้งมวลของโลก ได้แก่ ระบบนิเวศทางบก (terrestrial ecosystem) และระบบนิเวศทางน้ำ (aquatic ecosystem) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเห็ดรา มีอิทธิพลต่อกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ การหมุนเวียนของธาตุอาหาร (nutrient cycle) ที่เอื้อประโยชน์แก่พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ในระบบนิเวศต่างๆ ให้สามารถดำรงชีวิตเติบโตพัฒนาอย่างมั่นคงยั่งยืนตลอดไป (อนิวรรณ, 2539)

ด้านเศรษฐกิจ

การผลิตเห็ดของโลกในปัจจุบันมีประมาณ 4.27 ล้านตัน ในจำนวนนี้เป็นการผลิตเห็ดแชมปิญอง 37.2% ประเทศที่ผลิตมากที่สุด คือ สหรัฐอเมริกา จีน และฝรั่งเศส ตามลำดับ รองลงมาคือ เห็ดสกุลนางรม 21.5% เห็ดหอม 12.2% มีประเทศญี่ปุ่นและจีน เป็นผู้ผลิตมากที่สุด สำหรับเห็ดฟางผลิตมากเป็นอันดับ 5 ของโลก ประมาณ 270,000 ตัน โดยมีการผลิตอยู่ประมาณ 6% ของปริมาณเห็ดทั่วโลก ประเทศที่ผลิตมากที่สุด คือ จีน ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน ไทย มาเลเซีย ส่วนประเทศที่ผลิตเห็ดเพื่อส่งออกมากที่สุด ได้แก่ จีน ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ตามลำดับ ในปี 2533 ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ผลิตเห็ดแห้งได้ถึง 29,000 ตัน ซึ่งเป็นผลผลิตที่มากที่สุดในโลก

สำหรับการผลิตของประเทศไทยในแต่ละปี มีประมาณ 120,000 ตัน คิดเป็นมูลค่ารวมมากกว่า 12,000 ล้านบาท เห็ดที่นิยมผลิตส่วนใหญ่คือ เห็ดฟาง สูงถึง 75% และเห็ดที่ผลิตในแต่ละปีจะถูกใช้บริโภคในประเทศประมาณ 70% นอกจากเห็ดฟางแล้วยังพบว่า มีการผลิตเห็ดสกุลนางรม เห็ดหูหนู เห็ดหอม และเห็ดแชมปิญอง หรือเห็ดกระดุม

อาหารสำหรับมนุษย์

การเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ หรือที่เรียกกันว่า fungi as food ในแง่ทางโภชนาการนั้น ถือว่าเห็ดเป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีน กลีโคแลค และเส้นใยสูง แต่มีไขมันอยู่ในระดับต่ำ นอกจากนี้การบริโภคเห็ดเพาะเลี้ยงจะปลอดภัยจากสารพิษ เพราะไม่ได้นำสารเคมีที่เป็นพิษเข้ามาเกี่ยวข้อง และในขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันแล้ว การผลิตเห็ดจะสามารถให้รายได้ตอบแทนสูงกว่าพืชอื่นหลายชนิด เนื่องจากการผลิตเห็ดเป็นการผลิตที่ใช้พื้นที่น้อยกว่าพืชอื่น สามารถใช้วัสดุเหลือใช้จนสามารถผลิตดอกเห็ดที่ให้คุณค่าทางอาหาร เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน และธาตุอาหาร เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์ได้

ยาป้องกันและรักษาโรค

เห็ดบางชนิดยังพบว่ามีสรรพคุณป้องกันและรักษาโรค จึงทำให้มีการบริโภคเห็ดกันมากขึ้น เพราะในเห็ดเหล่านั้นมีสารเพิ่มภูมิคุ้มกันของร่างกายต่อโรคภัยบางชนิด รวมทั้งมีสารที่สามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งได้อีกด้วย

ในส่วนของการนำมาเป็นอาหารซึ่งจะเกี่ยวข้องกับคุณค่าทางโภชนาการโดยตรง และรวมถึงการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการรักษาโรคที่เกิดกับมนุษย์ สามารถแยกเป็นรายละเอียดได้ดังนี้

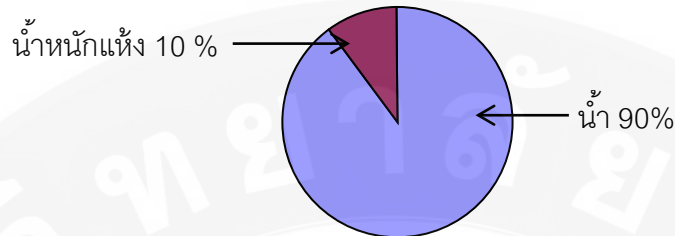
คุณค่าทางโภชนาการและการใช้เป็นยารักษาโรค

1. คุณค่าทางโภชนาการ

เห็ดถูกนำมาใช้เป็นอาหาร ชาวจีนและญี่ปุ่นจะจัดหาเห็ดหอมในป่าเพื่อถวายให้จักรพรรดิ ชาวโรมันและชาวเม็กซิกันจะนำเห็ดมาใช้ในพิธีกรรมทางศาสนา ชนบางเผ่าถือว่าเห็ดพิษและเห็ดเมา เป็นสิ่งที่ปีศาจมอบให้มนุษย์ แต่ในปัจจุบันถือว่าเห็ดเป็นอาหารที่มีความสำคัญในตลาดทั่วไป แม้ว่าเห็ดจะไม่ให้คุณค่าทางอาหารครบถ้วนในกลุ่มอาหารที่สำคัญทั้งหมดก็ตาม แต่ก็ถือเป็นอาหารเพื่อสุขภาพของมนุษย์ เพราะประกอบด้วยโปรตีนที่มีในน้ำหนักแห้ง มีไขมันต่ำ มีวิตามินบี 1 บี 2 และซี และธาตุอาหารอื่นๆ นอกจากนี้ในเห็ดหลายชนิดมีผลต่อความดันโลหิต มะเร็ง และไวรัส ทั้งยังมีผลกระตุ้นการย่อยอาหาร ส่วนประกอบที่สำคัญประกอบด้วย

1.1 โปรตีน หากคำนวณจากน้ำหนักเห็ดสดที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ 90% โปรตีนในเห็ดสดจะมีอยู่ประมาณ 3-4% ของน้ำหนักสด แต่หากคำนวณจากน้ำหนักแห้งที่เห็ดมีประมาณ 10% จะพบว่า มีโปรตีนสูงถึง 19-35% ซึ่งน้อยกว่าถั่วเหลืองที่มีโปรตีนอยู่ประมาณ 39% แต่เห็ดมีโปรตีนสูงกว่าข้าว ส้ม และแอปเปิล ปริมาณโปรตีนพิจารณาจากกรดอะมิโนในชนิดต่างๆ ที่จะเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนแม้ว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์จะมีกรดอะมิโนสมบูรณ์กว่าพืช เช่น ในเมล็ดธัญพืชจะมีไลซีน (lysine) อยู่ในจำนวนน้อย แต่กลับพบในเห็ดในปริมาณมาก ดังนั้น โปรตีนจาก

เห็ดจึงมีความสำคัญต่ออาหารทุกมื้อของคน ในภาพที่ 1.1 แสดงให้เห็นว่า เห็ดสดมีส่วนประกอบของน้ำสูงถึง 90% และส่วนที่เป็นน้ำหนักแห้งอีก 10% ในส่วนนี้จะประกอบด้วยโปรตีน ไขมัน และธาตุอาหารอื่นๆ



ภาพที่ 1.1 ส่วนประกอบของเห็ด ประกอบด้วยส่วนน้ำหนักแห้ง 10% และน้ำ 90%
ที่มา : Oei (1991)

1.2 ไขมัน ในตารางที่ 1.1 แสดงน้ำหนักแห้งของไขมันที่มีอยู่ประมาณ 1-8% ของน้ำหนักแห้ง เฉลี่ยมีประมาณ 4% ในจำนวนนี้เป็นไขมันที่ไม่อิ่มตัวอยู่สูงถึง 72% ของปริมาณไขมัน ซึ่งเป็นกรดไลโนเลอิก ไขมันอิ่มตัวในเนื้อสัตว์มีอันตรายต่อสุขภาพของคนเรา จึงเป็นสิ่งที่ดีที่ในเห็ดมีกรดไลโนเลอิก ซึ่งถือว่าเห็ดเป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่แท้จริง

1.3 วิตามินและธาตุอาหาร เห็ดเป็นแหล่งวิตามิน เช่น ไทอามิน (B_1) ไรโบฟลาวิน (B_2) ไนอาซิน ไบโอติน และกรดแอสคอบิก (วิตามินซี) นอกจากนี้ยังมีธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัส โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม

ตารางที่ 1.1 ปริมาณวิตามินในเห็ดต่าง ๆ

เห็ด	ไทอามิน (Thiamine, B_1)	ไนอาซิน (Niacine)	ไรโบฟลาวิน (Riboflavin, B_2)	วิตามินซี (Ascorbic acid)
เห็ดแชมปิญอง	1.1	55.7	5.0	81.9
เห็ดหูหนู (สด)	0.2	1.6	0.9	ไม่มีข้อมูล
เห็ดหูหนู (แห้ง)	0.2	4.7	0.6	0
เห็ดเข็มทอง	6.1	106.5	5.2	46.3
เห็ดหอม (สด)	7.8	54.9	4.9	0
เห็ดหอม (แห้ง)	0.4	11.9	0.9	0
เห็ดสกุลนางรม	1.16-4.80	108.7	4.7	0
เห็ดฟาง	0.35-1.20	64.88-91.90	1.63-3.30	20.2

ที่มา : Oei (1991)

1.4 คาร์โบไฮเดรตและเยื่อใย เยื่อใยเป็นส่วนสำคัญของอาหารเพื่อสุขภาพ ในอาหารสมัยใหม่มักจะไม่พบเยื่อใย เช่น พวกขนมปังขาว ในเห็ดสดจะประกอบด้วยเยื่อใย และ คาร์โบไฮเดรต ในปริมาณมาก (ตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2 ส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารที่สำคัญเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง คุณค่าของ พลังงานมีหน่วยเป็นกิโลแคลอรี (Kcal)

เห็ด	ความชื้น %	Crude Protein NX 4.38	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต		เยื่อใย	เถ้า	พลังงาน (Kcal/100g น้ำหนักแห้ง)
				รวม	N-free			
เห็ดแชมปิญอง	88.0-90.0	24.0-34.0	1.7-3.1	51.3-62.5	44.0-53.5	8.0-10.4	7.7-12.0	328-368
เห็ดหูหนู	89.1	4.2-8.7	0.9-69.7	79.9-93.2	68.0-93.2	2.5-21.6	0.9-66.7	347-391
เห็ดเข็มทอง	89.2	17.6	1.9	73.1	69.4	3.7	7.4	378
เห็ดหอม	90.0-91.8	13.0-17.0	4.9-68.0	67.5-78.0	59.5-70.7	7.3-8.0	3.7-67.0	387-392
เห็ดนางฟ้า	92.2	25	1.1	59.2	-	12	9.1	261
เห็ดนางรมขาว (var.florida)	91.5	27	1.6	58	-	11.5	9.3	265
เห็ดนางรมเทา	73.7-90.8	10.5-30.4	1.6-2.2	57.6-81.8	48.9-74.3	7.5-8.7	6.1-9.8	345-367
เห็ดนางฟ้า	90.1	26.6	2	50.7	-	13.3	6.5	300
ภูฐาน								
เห็ดฟาง	89.1	25.9	2.4	nd	45.3	9.3	8.8	276

ที่มา : Oei (1991)

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างเห็ดกับอาหารชนิดอื่นแล้วจะพบว่า เห็ดจะให้พลังงานต่ำกว่า แต่จะให้โปรตีนใกล้เคียงกับนมและมันฝรั่ง ในขณะที่ให้ไขมันต่ำและมีเกลือแร่อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1.3)

ตารางที่ 1.3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารเห็ดกับอาหารชนิดอื่นๆ

ประเภทของอาหาร	คุณค่าทางอาหาร					
	แคลอรี/100g	น้ำ	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	เกลือแร่
เห็ด	25	92	3.5	0.3	4.5	1.0
มันฝรั่ง	85	75	2.0	0.1	21.0	1.1
นม	62	87	3.5	3.7	4.8	0.7
เนื้อ	189	68	18	13.0	0.5	0.5

ที่มา : Oei (1991)

2. การใช้เป็นยารักษาโรค ราชั้นต่ำจะนำมาใช้เป็นยาที่สำคัญ คือ สารปฏิชีวนะจาก ราเพนนิซิเลียมซึ่งมักจะปนเปื้อน (contaminant) ในการเพาะเลี้ยงเห็ด แต่ในเห็ดนั้นมีการนำมาใช้ประโยชน์ด้านนี้อยู่เช่นกัน ยารักษาโรคที่สกัดจากดอกเห็ด ซึ่งเป็นราชั้นสูงจะใช้กันในแถบเอเชีย สารสกัดจากเห็ดที่ใช้เป็นยา คือ สารโพลีแซคคาไรด์ ที่มีสารประกอบอยู่หลายอย่าง ใช้ในการสร้างภูมิคุ้มกันโรคโดยไม่มีผลข้างเคียง สารประกอบโพลีแซคคาไรด์ที่พบในเห็ดหอม ได้แก่ สารเลนไทโอนิน (lentionin) ที่นิยมกันในตลาดของญี่ปุ่น

งานวิจัยด้านนี้มีมากที่ประเทศจีน นอกจากการใช้ดอกเห็ดแล้ว ยังศึกษาเส้นใยด้วย ประเทศจีนได้รายงานผลทางยาของเห็ดไว้ดังนี้

เห็ดหัวลิง *Hericium erinaceus* ใช้กระตุ้นภูมิคุ้มกันโรค บรรเทาอาการเจ็บปวดหลังการผ่าตัด ยับยั้งเนื้องอก ใช้รักษาเกี่ยวกับระบบลำไส้ ผลได้ในรูปเม็ดและเครื่องดื่ม

เห็ดหลินจือ *Ganoderma lucidum* สารสกัดจากเส้นใยช่วยลดอาการเครียดของประสาท เพิ่มอาการขาดออกซิเจนในหนูที่ใช้ทดลอง ฯลฯ สามารถใช้ได้กับโรคอ้วนเพลีย ระบบการหายใจ โรคหัวใจ ช่วยให้หลับสนิท บำรุงสุขภาพ ช่วยต่อต้านอาการไข้หวัด นอกจากใช้ในรูปยาเม็ดแล้วสามารถใช้สปอร์ฉีดลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ

เห็ดหอม *Lentinus edodes* สารโพลีแซคคาไรด์ ที่พบในเห็ดชนิดนี้จะยับยั้งการเจริญของเนื้องอกในหนู ขอบ่งใช้คือ เพิ่มภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย มีผลกับโรคที่เกิดจากไวรัส สามารถป้องกันโรคตับ สามารถใช้ร่วมกับการฉายรังสีเพื่อรักษาเนื้องอกได้ มีผลข้างเคียงคือ ทำให้เลือดในร่างกายลดต่ำลง และเป็นข้อพึงระวัง

เห็ดหูหนูขาว *Tremella fuciformis* เพิ่มอัตราการรอดตายในหนูที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา ช่วยในกลไกสร้างเม็ดเลือดในกระดูก กระตุ้นการสร้างเอนไซม์บางชนิด ที่ใช้ในระบบการหายใจ ขอบ่งใช้คือ ช่วยลดอาการเจ็บปวดเนื่องจากการฉายรังสีเพื่อรักษาเนื้องอก มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคมะเร็งในเม็ดเลือด (leukaemia) ได้ถึง 65% ใช้ในการรักษาการไอและระบบหายใจทั่วไป

การใช้ในกระบวนการชีวเคมี

1. การผลิตอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ราที่สร้างเม็ดสี เอนไซม์ กรดอินทรีย์อุตสาหกรรมหมักดอง ซีอิ๊ว เป็นต้น

2. การเกษตร นอกจากใช้เป็นอาหารแล้ว ยังใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยปุ๋ยหมัก ใช้ควบคุมเชื้อราที่ทำให้พืชเป็นโรคโดยนำเชื้อรา *Trichoderma* sp. และ *Chaetomium* เพื่อกำจัดเชื้อราด้วยกันเอง และการสกัด GA หรือสารจิบเบอเรลลิน

3. การแพทย์ เช่น ราที่สร้างสารปฏิชีวนะ *Penicillium* sp.

4. การบำบัดของเสีย โดยการลดมลภาวะ เช่น การใช้ EM เป็นต้น

โทษของเห็ดรา โดยทั่วไปจะพบโทษของเห็ดราดังนี้

1. ราหลายชนิด เป็นเชื้อสาเหตุสำคัญที่เข้าทำลายพืชเศรษฐกิจ และอีกหลายชนิดเป็นเชื้อสาเหตุต่อสุขภาพมนุษย์

2. เห็ดหลายชนิด เป็นเห็ดพิษ (toadstools หรือ poisonous fungi)

ในระยะเวลา 60 ปี ที่ผ่านมามีการผลิตเห็ดในประเทศไทยได้พัฒนารูปแบบ และวิธีการผลิตมาโดยตลอด สามารถผลิตเห็ดสกุลต่างๆ ได้ในปริมาณมาก จัดเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญสำหรับใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกเป็นรายได้เข้าสู่ประเทศ อย่างไรก็ตาม การศึกษาถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเห็ด วิวัฒนาการการเพาะเห็ด การจำแนกเห็ดรา การเพาะเห็ด และเห็ดบางชนิดในประเทศไทย ตลอดจนขั้นตอนหรือเทคนิคต่างๆ ในการเพาะเห็ดเศรษฐกิจ รวมทั้งการศึกษาถึงสภาพปัญหาของการผลิตเห็ดชนิดต่างๆ มีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาในรายละเอียดทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติต่อไป

บทที่ 2

วิวัฒนาการการเพาะเห็ด

การศึกษาเรื่องเห็ดถูกจัดให้เป็นแขนงวิชาหนึ่ง เรียกวิชานี้ว่า ไมคอโลจี (mycology) ที่มาจากศัพท์เดิม คือ mykes หมายถึง เห็ด และ logos ที่หมายถึง วิชา ความหมายโดยรวมของ คำนี้จึงหมายถึงวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของเห็ดรา

เห็ดจะเกิดขึ้นเองและแพร่กระจายตามธรรมชาติ โดยชนิดหรือพันธุ์เห็ดมีความแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมนั้นๆ เห็ดบางชนิดขึ้นได้ในขอบเขตที่กว้างขวาง หรือมีเขตแพร่กระจายกว้าง จึงมีชื่อเรียกได้หลายชื่อ โดยทั่วไปเห็ดจะขึ้นเองในฤดูกาลที่ชุ่มชื้นแล้วมนุษย์เราได้เก็บมาบริโภค ต่อมาเมื่อเห็ดเป็นที่ต้องการมากขึ้น จึงเริ่มหาวิธีเพาะปลูกเห็ดขึ้น วิธีการในระยะเริ่มแรกนั้น เป็นการช่วยธรรมชาติหรือเลียนแบบธรรมชาติ เช่น ในสมัยโบราณ ชาวอิตาลี ชาวโบฮีเมีย หาไม้บางชนิดมากองรวมกัน เมื่อได้รับฝนและความชื้นเป็นเวลานานจะเกิดดอกเห็ดขึ้นมาก การเพาะเห็ดหอมในจีนสมัยโบราณได้ใช้วิธีนี้เช่นกัน สำหรับในไทยได้มีการตัดต้นแคมาสุ่มไว้แล้วมีเห็ดหนูเห็ดขึ้น หรือตามกองฟางที่กองสุ่มไว้ให้สัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย กินนั้น เมื่อมีฝนตกชุกจะมีดอกเห็ดเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติให้เก็บมาบริโภคได้เสมอ

เมื่อพูดถึงคำว่า **เห็ด** คนทั่วโลกจะนึกถึงเห็ดหลักของประเทศนั้นๆ เช่น คนไทยจะนึกถึงเห็ดฟาง (เห็ดจีน หรือ เห็ดบัว; *Volvariella volvacea*) ชาวจีนและชาวญี่ปุ่นจะนึกถึงเห็ดหอม *Lentinus edodes* ส่วนชาวตะวันตกทั่วไปทั้งในยุโรปและอเมริกาจะนึกถึงเห็ดฝรั่ง (เห็ดกระดุม หรือเห็ดแชมปิญอง; *Agaricus bisporus*)

ในภาพที่ 2.1 ชี้ให้เห็นว่าแหล่งผลิตใหญ่ของเห็ดหอม (ดอกเห็ดสีดำ) และเห็ดแชมปิญอง (ดอกเห็ดสีขาว) จะกระจายอยู่ตามแหล่งใหญ่ 2 แถบ คือ เห็ดแชมปิญอง อยู่ในแถบยุโรปและอเมริกา ส่วนเห็ดหอมและเห็ดอื่นจะอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนมาก



ภาพที่ 2.1 การกระจายของแหล่งผลิตเห็ดกระดุมและเห็ดหอมของโลก
ที่มา : Oei (1991)

ในแถบยุโรปนั้น ชนชาติแรกที่เพาะเลี้ยงเห็ด คือ ชาวฝรั่งเศสประมาณปี พ.ศ.2193 (ค.ศ.1650) หรือกว่า 300 ปีที่ผ่านมา โดยเริ่มจากการปลูกเห็ดกลางแจ่งปรับสภาพให้เหมาะสมเพื่อให้เห็ดขึ้น ต่อมา ได้ทดลองปลูกในถ้ำ ในห้องใต้ดิน แล้วปลูกสร้างโรงเรือนถาวรเพื่อใช้เพาะเห็ด ใน พ.ศ.2437 ได้มีการจัดตั้งสถาบันปาสเตอร์ (Pasteur Institute) ซึ่งถือเป็นความก้าวหน้าครั้งสำคัญเพราะใช้เป็นสถานที่ค้นคว้าเพื่อทำเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ และเป็นผลดีแก่ชาวฝรั่งเศสและประเทศที่เพาะเลี้ยงเห็ดแชมปิญอง ต่อมา วิทยาการนี้ได้แพร่กระจายสู่ประเทศอังกฤษ ออสเตรเลีย ยุโรป อเมริกา แอฟริกาใต้ แล้วเข้าสู่เอเชีย เช่น ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลี โดยภายหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการกระจายการเพาะเลี้ยงสู่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกอย่างรวดเร็วเพราะสามารถผลิตหัวเชื้อหรือ motherspaw ที่มีความบริสุทธิ์มากขึ้น

สำหรับประเทศในแถบเอเชียกล่าวได้ว่า คนจีนเป็นชาติแรกที่สามารถเพาะเห็ดฟางได้ มีหลักฐานระบุว่า มีผู้นำเอาฟางเก่าที่เห็ดฟางเคยขึ้นมากองสุ่มรวมกันทับฟางใหม่ผ่านการแช่น้ำแล้ว เมื่อทิ้งไว้ประมาณ 1-2 เดือนจะเริ่มมีดอกเห็ดเกิดขึ้น การเกิดดอกเห็ดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมนั้น ได้มีการนำวิธีการนี้ไปใช้ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทยด้วย

ประเทศไทยได้เพาะเลี้ยงเห็ดมานานแล้ว โดยพบว่า ประมาณกว่า 70 ปี ที่ผ่านมามีชาวจีนเพาะเห็ดฟางที่บริเวณสะพานช้างฮีในกรุงเทพฯ นำเอาฟางมาแช่น้ำไว้นาน 24-36 ชม. แล้วกองสุ่มไว้ให้กว้างประมาณ 1 เมตร สูง 0.5 เมตร มีความยาวพอสมควร จากนั้นนำเอาเมล็ดบัวและฟางเก่าข้ามปีที่เคยมีดอกเห็ดเกิดขึ้นมาสุ่มไว้บนกองฟางอีกครั้งหนึ่ง มีความหนาประมาณ 15-20 ซม. รดน้ำชาวจีนกับน้ำปัสสาวะของคนให้ขึ้นและเปื่อยยุ่งเร็ว อีกประมาณ 1 เดือน ดอกเห็ดฟางจะเกิดขึ้นพร้อมเก็บเกี่ยวได้

ในระยะต่อมาได้มีการพัฒนาวิธีการเพาะเห็ดฟางเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ มีการทำกองฟางให้มีลักษณะเป็นชั้นๆ โดยการโรยเปลือกเมล็ดบัวสลับกับฟาง จำนวนชั้นจะขึ้นอยู่กับฤดูกาล เช่น ฤดูหนาวจะทำประมาณ 4-5 ชั้น ส่วนในฤดูร้อนจำนวนชั้นจะลดลงเหลือประมาณ 3 ชั้น เป็นต้น

ประเทศไทยได้เพาะเลี้ยงเห็ดบัวหรือเห็ดจีนหรือเห็ดฟางโดยเพาะเลี้ยงจากเห็ดที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติและมีได้เป็นขั้นตอนชัดเจน จนกระทั่งปี พ.ศ. 2479 อาจารย์กาน ชลวิจารณ์ ได้เป็นผู้เริ่มต้นพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ดฟางหรือเห็ดบัวซึ่งเป็นเห็ดที่คนไทยนิยมบริโภค และเพาะเลี้ยงด้วยวิธีการง่ายๆ แต่ให้ผลผลิตไม่แน่นอน เพราะต้องอาศัยเชื้อเห็ดจากแหล่งธรรมชาติการให้ผลผลิตจึงขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของเชื้อเห็ดที่ใช้อยู่นั้น อาจารย์กานจึงได้จัดทำเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ เช่นเดียวกับเห็ดฝรั่งและเห็ดหอม โดยใช้มูลม้าผสมกับเปลือกเมล็ดบัว หมักไว้ประมาณ 35-45 วัน และประสบความสำเร็จในการทำเชื้อเห็ดฟางบริสุทธิ์ นอกจากนั้น ยังได้ทำการเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง และได้ริเริ่มการเพาะเห็ดชนิดอื่นอีกจำนวนมาก เช่น เห็ดหูหนู เห็ดหอม และเห็ดนางรม รวมทั้งได้ส่งเสริมการเพาะเลี้ยงเห็ด โดยการอบรมการทำเชื้อเห็ดและเพาะเห็ดเป็นรุ่นแรกในปี 2491 การฝึกอบรมดังกล่าวนี้มีมาจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ยังมีการเรียบเรียงตำราการเพาะเลี้ยงเห็ด จนทำให้การเพาะเลี้ยงกระจายไปอย่างแพร่หลายทั่วประเทศในเวลาต่อมา

แนวทางการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเห็ด

แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ด้านวิชาการเพื่อศึกษาค้นคว้าปรับปรุงพันธุ์ ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ได้ผลผลิตสูง โดยมุ่งให้ออกดอกได้เร็ว สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในเขตร้อนชื้นได้ดี โดยเฉพาะพันธุ์เห็ดที่นำมาจากต่างประเทศ ทั้งนี้ควรเป็นการลงทุนการผลิตในระดับต่ำแต่ให้ผลตอบแทนสูงขึ้น มีการควบคุมคุณภาพผลผลิต

2. การค้นคว้าทดลองบทบาทของเห็ดในทางเภสัชศาสตร์ หรือศึกษาสรรพคุณในการใช้บำรุงสุขภาพ หรือเป็นยาอายุวัฒนะที่เรียกกันว่า คุณค่าทางสมุนไพร สำหรับในประเทศจีนนั้นได้เพาะเลี้ยงและศึกษาผลของเห็ดหลินจือ *Ganoderma lucidum* ส่วนประเทศไต้หวันและญี่ปุ่นได้ทดลองศึกษาการใช้เห็ดป้องกันโรค เช่น การใช้เห็ดหอมป้องกันมะเร็ง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเห็ดป่าอีกหลายชนิดที่ได้รับความสนใจนำมาศึกษาถึงสรรพคุณเพื่อใช้รักษาโรคต่าง ๆ เช่น เห็ดหิ่ง (Shelf fungi; *Polyporus versicolor*) ที่เจริญเติบโตบนขอนไม้จำพวกไม้เนื้อแข็ง ลักษณะคล้ายกาบหอยและเกิดรวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งทำความเสียหายให้แก่ต้นไม้และป่าได้ เห็ดร่างแห (Stinkhorns) และเห็ดชนิดต่างๆ

บทที่ 3

การจำแนกเห็ดรา

วงจรชีวิตเห็ดทุกชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เริ่มจากสปอร์ซึ่งเมื่อตกไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะงอกเป็นใยราและกลุ่มใยรา (mycelium) แล้วรวมเป็นกลุ่มก้อนเกิดเป็นดอกเห็ด เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตขึ้นจะสร้างสปอร์ซึ่งจะปลิวหรือหลุดไปงอกเป็นใยราได้อีกหมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไป รูปร่างเป็นดอกเห็ดที่เรารู้จักกันมีลักษณะต่างๆ ที่มองเห็นได้จากภายนอกแตกต่างกันออกไป ดังนี้

รูปร่างของดอกเห็ด ดอกเห็ดมีรูปร่างสวยงามแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิด บางชนิดมีรูปร่างคล้ายร่มกาง บางชนิดเหมือนปะการัง บางชนิดเหมือนรังนก

ขนาด มีขนาดแตกต่างกันออกไป มีทั้งขนาดเล็กเท่าหัวไม้ขีดไฟ ไปจนถึงขนาดใหญ่เท่าลูกฟุตบอล

สี มีทั้งสีสวยสะดุดตา และกลมกลืนไปกับสภาพแวดล้อม

กลิ่น บางชนิดมีกลิ่นหอมชวนรับประทาน แต่บางชนิดมีกลิ่นเหม็นเวียนศีรษะ

แหล่งกำเนิด เห็ดแต่ละชนิดมีแหล่งกำเนิดแตกต่างกัน บางอย่างเกิดขึ้นในป่า บนภูเขา บนพื้นดินตามทุ่งนา บนพื้นดินที่มีปลวก บนตอไม้ บนพืชหรือบนเห็ดด้วยกัน

เห็ดบางชนิดใช้รับประทานได้ บางชนิดเป็นเห็ดพิษ และหากเป็นชนิดมีพิษมากถ้าเก็บมารับประทานอาจถึงตายได้ เพราะพิษของเห็ดเข้าไปในระบบเลือดแล้วกระจายไปทั่วทั้งร่างกายไม่ตกค้างในกระเพาะเหมือนเห็ดพิษชนิดมีนมและอาเจียน ซึ่งเห็ดพิษชนิดมีนมจะแก้ไข้ได้โดยทำให้อาเจียนโดยเร็วและไม่ถึงกับเสียชีวิต

เห็ดมีพิษอีกกลุ่มหนึ่ง คือ เห็ดโอสถลงจิต เห็ดในกลุ่มนี้มีสารเคมีไปบังคับประสาทให้เกิดจินตนาการเป็นภาพหลอน ชาวพื้นเมืองเม็กซิกันใช้ในพิธีไสยศาสตร์โดยรับประทานแต่น้อยหรือเคี้ยวอมไว้ในปาก ส่วนมากเป็นเห็ดในสกุล *Pcilocybe* บางชนิดใช้เป็นยาสมุนไพร เช่น เห็ดจิก หรือ ตีนตุ๊กแก ที่มีสรรพคุณขับถ่ายพยาธิตัวดีในคน บางชนิดเป็นปรสิตของพืชด้วยกัน เช่น เห็ดขอน (*Fomes lignosus*) ซึ่งทำให้รากยางพาราผุเปื่อยต้นตาย

เห็ดที่มีเนื้อแข็งและแข็งเหมือนไม้ หรือเหนียวคล้ายหนังจะไม่มีคนนำมารับประทาน แต่ชนิดที่อ่อนนุ่มหรือกรอบกรุบจะนำรับประทานกว่า เห็ดจัดเป็นอาหารจำพวกพืชผัก แม้จะมีคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าผักเพราะดอกเห็ดสดมีน้ำมากอยู่ถึง 90% นอกจากนั้นจะมีโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ วิตามิน (มีวิตามินบี 1 และบี 2 มากกว่าวิตามินอื่น ยกเว้นเห็ดที่มีสีเหลืองจะมีวิตามิน เอ มาก) จัดเป็นอาหารกลุ่มที่ย่อยยากเพราะมีเยื่อใยสูง ผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบย่อยไม่ควรรับประทานมากจนเกินควร จึงควรเลือกรับประทานเฉพาะเห็ดที่ช่วยเสริมสุขภาพซึ่งใช้แต่น้อยก็เพียงพอ เช่น

เห็ดหอม เห็ดบางชนิดมีรสชาติอร่อยมาก เช่น เห็ดโคน (Termite mushroom: *Termitomyces* sp.) อย่างไรก็ตาม การดื่มเหล้าหรือของมึนเมาจะทำให้เห็ดย่อยยากขึ้นเพราะแอลกอฮอล์ทำให้สารอัลบูมินในเห็ดแข็งตัวมากขึ้น

เห็ดทั่วไปชอบขึ้นบนอินทรีย์วัตถุที่เน่าเปื่อยผุพัง เช่น ตามพื้นดินในป่าที่มีการผุพังของใบไม้ เศษไม้ หรือตามกองปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักหรือทุ่งนาที่มีหญ้าผุเปื่อย ยกเว้นเห็ดบางชนิดที่ขึ้นได้เฉพาะแห่ง และต้องมีอาหารพิเศษด้วย เช่น เห็ดโคน จะขึ้นเฉพาะที่มีรังปลวกอยู่ใต้ดินเท่านั้น เห็ดส่วนมากสามารถนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารที่สังเคราะห์ขึ้นได้ ยกเว้นเห็ดชนิดนี้เพราะต้องมีอาหารพิเศษจากปลวก หรืออาจเป็นเพราะเรายังไม่ทราบสูตรอาหารหรือสภาพแวดล้อมที่แท้จริงของเห็ดนี้ การศึกษาการเพาะเลี้ยงจึงเป็นเรื่องที่ควรแก่การติดตาม

การจำแนกเห็ดรา

(Botanical Classification of fungi)

สิ่งมีชีวิตจัดออกเป็น 5 อาณาจักร คือ อาณาจักรโมบิรา(แบคทีเรีย) โพรทิสตา(เซลล์เดียว) พืช(เห็ดรา) พืช และสัตว์ ในอาณาจักรพืชได้มีการจำแนกคล้ายคลึงกับอาณาจักรพืช โดยมีลำดับชั้นการจำแนก (taxonomic category) ดังนี้

Kingdom (อาณาจักร) : Fungi

Division (จำพวก)

Class (ชั้น)

Order (อันดับ)

Family (วงศ์)

Genus (สกุล)

Specie (ชนิด)

และมีลำดับชั้นย่อย ที่มีคำว่า “sub” เติมข้างหน้า เช่น subdivision, subclass เป็นต้น

การจำแนกเห็ด

การจำแนกทางพืชสวน

1. ตามความสามารถในการรับประทาน แบ่งออกเป็น

1.1 เห็ดรับประทานได้ (edible mushroom) ได้แก่ เห็ดที่เพาะเลี้ยงเป็นการค้า เช่น เห็ดฟาง เห็ดสกุลนางรม เห็ดหอม และเห็ดป่าบางชนิดที่ไม่มีสารพิษ เช่น เห็ดเผาะ เห็ดหล่ม เห็ดลม เห็ดโคน

1.2 เห็ดรับประทานไม่ได้ หรือเห็ดพิษ (toadstools หรือ poisonous mushroom) ได้แก่ เห็ดพิษชนิดต่างๆ เช่น เห็ดระโงกหิน เห็ดกระดิ่งตีนดำ เป็นต้น

2. ตามสภาพธรรมชาติที่ขึ้นอยู่ เป็นการแบ่งโดยอาศัยความสามารถในการใช้อาหาร หรือตามวัสดุที่ใช้เพาะ แบ่งเป็น

2.1 เห็ดที่เจริญได้ดีบนส่วนของพืช หรือพืชสด (parasitic fungi) เช่น ท่อนไม้ ขี้เลื่อย ได้แก่ เห็ดสกุลนางรม เห็ดหนู เห็ดหนูขาว เห็ดหอม เห็ดหลินจือ

2.2 เห็ดที่เจริญได้ดีบนวัสดุเพาะที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน (saprophytic fungi) ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดถั่ว เห็ด Stropharia เป็นต้น

2.3 เห็ดที่เจริญได้ดีบนวัสดุเพาะที่ต้องผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ เจริญได้ดีบนปุ๋ยหมัก (saprophytic fungi) เช่น เห็ดแชมปิญอง เป็นต้น

2.4 เห็ดที่เจริญอยู่ร่วมกับรากไม้บางชนิดในลักษณะที่เป็นมัยคอร์ไรซา (symbiotic fungi) ได้แก่ เห็ดตับเต่า เห็ดมอเรล เห็ด matsutake เห็ดทรัฟเฟิล เป็นต้น

2.5 เห็ดที่ขึ้นอยู่บนรังปลวก (symbiotic fungi) ได้แก่ เห็ดโคน เป็นต้น

3. ตามอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโต

3.1 เห็ดที่ชอบอุณหภูมิสูง เป็นเห็ดเขตร้อน (tropical mushrooms) ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดหนู เห็ดนางรม เป็นต้น

3.2 เห็ดที่ชอบอุณหภูมิต่ำ เป็นเห็ดเขตหนาว (temperate mushrooms) ได้แก่ เห็ดแชมปิญอง เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เป็นต้น

4. ตามการใช้ประโยชน์

4.1 ใช้เป็นอาหารประเภทพืชผัก ได้แก่ เห็ดที่รับประทานได้ทั่วไป

4.2 ใช้เป็นยารักษาโรคหรือสมุนไพร ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดหนูขาว เห็ดหลินจือ เห็ดเข็มทอง เป็นต้น

4.3 ใช้สำหรับปรุงอาหาร หรือเป็นเครื่องเทศ เช่น เห็ดหอม

4.4 ใช้เป็นเห็ดประดับ เช่น เห็ดในสกุลเห็ดหลินจือ ได้แก่ *Ganoderma neo-japonicum*

การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

เห็ดราสามารถจำแนกได้เป็น 2 จำพวก (division) ใหญ่ ๆ คือ

1. Myxomycota ได้แก่ ราเมือก (slime mold) ทั้งหมด
2. Eumycota ได้แก่ เห็ดราที่เห็ดราทั้งหมด (true fungi) ได้แก่ ราชั้นต่ำ (lower fungi) ราชั้นสูง (higher fungi) และเห็ดต่างๆ ในจำพวก (division) นี้ ยังแบ่งออกเป็น 5 จำพวกย่อย (subdivision) คือ Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina และ Deuteromycotina

เห็ดราชั้นสูงหรือราที่มีขนาดใหญ่ ส่วนใหญ่จัดอยู่ใน subdivision Basidiomycotina มีเป็น ส่วนน้อยที่อยู่ใน Ascomycotina ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะเห็ดที่อยู่ใน 2 subdivision นี้เท่านั้น ซึ่งแยก ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ เห็ดที่นำมาเพาะเลี้ยง และเห็ดที่ไม่เพาะเลี้ยง ดังต่อไปนี้

1. อนุกรมวิธานของเห็ดที่นำมาเพาะเลี้ยง

Division Eumycota

Subdivision Basidiomycotina

Class, Subclass,

Order, Family

ชื่อไทย

ชื่อสามัญ

ชื่อวิทยาศาสตร์

Class Hymenomycetes

1. Subclass Phragmobasidiomycetidae

Order Tulasnellales (jelly fungus)

Family Auriculariaceae

เห็ดหูหนู (ชนิดหนา)

jew's ear mushroom

Auricularia polytricha Sacc.

เห็ดหูหนู (ชนิดบาง)

jew's ear mushroom

Hirneola auriculajudae Berk.

Family Tremellaceae

เห็ดหูหนูขาว

white jelly fungus

Tremella fuciformis Berk.

2. Subclass Holobasidiomycetidae

Order Agaricales (Agarics)

Family Agaricaceae

เห็ดแชมปิญอง, เห็ดกระดุม,

champignon,

Agaricus bisporus var. *albida*

เห็ดฝรั่ง, เห็ดขาว

button mushroom,

A. bitorquis

white mushroom

Class, Subclass, Order, Family ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Family Coprinaceae		
เห็ดน้ำหมึก, เห็ดถั่ว (เห็ดโคน น้อย), เห็ดหิงห้อย	ink cap mushroom, shaggy cap mushroom	<i>Coprinus comatus</i> S.F. Gray
Family Pleurotaceae		
เห็ดนางรม	oyster mushroom	<i>Pleurotus ostreatus</i> Kummer
เห็ดนางฟ้าภูฐาน, เห็ดภูฐาน	-	<i>P. eous</i>
เห็ดนางฟ้า, เห็ดนางรมอินเดีย	grey oyster mushroom, Indian abalone	<i>P. sajor-caju</i> (Fr.) Singer.
เห็ดแปะอี๋	abalone mushroom	<i>P. abalonus</i>
เห็ดนางรมสีทอง	golden oyster mushroom	<i>P. citrinopileatus</i>
เห็ดหอม	shiitake, black mushroom	<i>Lentinus edodes</i>
เห็ดลม, เห็ดกระด้างดำ, เห็ดบด	-	<i>L. praerigidus</i> Berk.
Family Pleuteaceae (Volvariaceae)		
เห็ดฟาง, เห็ดบัว, เห็ดจีน	straw mushroom, chinese mushroom	<i>Volvariella volvacea</i> Sing.
Family Strophariaceae		
เห็ด stropharia	-	<i>Stropharia rugosa annulata</i> Farlowet Merrill.
เห็ด matsutake	nameko	<i>Pholiota nameko</i> S. Ito et Imai.
เห็ดยานางิ หรือเห็ดโคนญี่ปุ่น	yanagimatsutake	<i>P. cylindracea</i>
Family Tricholomataceae		
เห็ดตีนแรด, เห็ดจั่น, เห็ดตับเต่าขาว	-	<i>Tricholoma crassum</i> <i>T. caligatum</i> Ricken.
เห็ด matsutake	pine mushroom	<i>Flammulina velutipes</i> Karst.
เห็ดเข็มทอง	golden needle mushroom, velvet stem	
Order Aphyllophorales		
Family Ganodermataceae		
เห็ดหลินจือ, เห็ดหมื่นปี	lingzhi, holy mushroom, lacquered mushroom, mannentake	<i>Ganoderma lucidum</i> (Leyss.ex Fr.) Karst.
Family Hydnaceae	monkey head mushroom	<i>Hericium eriraceus</i> Pers
เห็ดหัวลิง		

Class, Subclass, Order, Family ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Class Gasteromycetes		
Subclass Holobasidiomycetidae		
Order Phallales (Stinkhorn)		
Family Phallaceae		
เห็ดร่างแห, เห็ดเขาหมื่น	bamboo sprouts, stinkhorn	<i>Dictyophora indusiata</i>

Subdivision Ascomycotina

Class, Subclass, Order,Family ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Class Discomycetes		
Subclass Hymenoascomycetidae		
Order Tubrales (truffles)		
Family Tuberaceae		
เห็ดทรัฟเฟิล	french truffle, white truffle	<i>Tuber melanosporum</i> Vitt. <i>T. magnatum</i> Pico & Vitt

2. อนุกรมวิธานของเห็ดที่ไม่เพาะเลี้ยง

Subdivision Basidiomycotina

Class, Subclass, Order,Family ชื่อไทย	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Class Hymenomycetes		
Subclass Holobasidiomycetidae		
Order Agaricales (Agarics)		
Family Amanitaceae		
เห็ดพิษ	Death cap mushroom	<i>Amanita phalloids</i>
เห็ดไข่ห่าน (ขาว)	Fly agaric mushroom	<i>A. muscaria</i>
เห็ดไข่ห่าน (เหลือง)	-	<i>A. vaginata</i> Vitt. Var. <i>alba</i>
	tawny grisette	<i>A.vaginata</i> Vitt.

Class, Subclass,	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Order,Family		
ชื่อไทย		
Family Boletaceae		
เห็ดตับเต่า	cep, edible boleti	<i>Boletus edulis</i> Schaeff. ex Fr.
Family Russulaceae		
เห็ดหล่มขาว, เห็ดตะไคล	-	<i>Russula delicata</i>
เห็ดฟางหนู	-	<i>R. foetens</i>
เห็ดแดง	-	<i>R. lepida</i>
เห็ดแดงหลวง	-	<i>R. sanguinea</i>
เห็ดหน้าม่วง	-	<i>R. violeipes</i>
เห็ดฟางสีเหลือง	-	<i>Lactarius hygrophoroides</i>
เห็ดขิง	-	<i>L. pergametus</i> (Fr.) Fr.
Family Tricholomataceae	termite mushroom	<i>Termitomyces</i> spp.
เห็ดโคน		
Order Aphyllophorals		
Family Cantharellaceae		
เห็ดมันปูใหญ่	chanterelle	<i>Cantharellus cibarius</i>
เห็ดขมิ้นเล็ก	-	<i>C. minor</i>
Class Gasteromycetes		
Subclass Holobasidiomycetidae		
Order Phallales (puffball, earthstars)		
Family Lycoperdaceae		
เห็ดเผาะ, เห็ดถอบ	earthstar	<i>Astraeus hygrometricus</i> Morg.

Subdivision Ascomycotina

Class, Subclass,	ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์
Order,Family		
ชื่อไทย		
Class Discomycetes		
SubClass Hymenoascomycetidae		
Order Pezizales (cup fungi)		
Family Helvellaceae		
เห็ดมอเรล, เห็ดโคนฝรั่ง	conic morels,	<i>Morchella conica</i> Pers.
	delicious morels	<i>M. deliciosa</i>

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และชีววิทยาของเห็ดรา

จากการจำแนกเห็ดทางพฤกษศาสตร์ทำให้ทราบว่าสามารถแยกเห็ดราออกเป็น 2 จำพวก (division) กล่าวคือ

Myxomycota ได้แก่ ราเมือก (slime mold)

Eumycota ได้แก่ เห็ดราที่เรียกว่า true fungi และยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 จำพวกย่อย (subdivision) ประกอบด้วย

1. **Mastigomycotina** และ 2. **Zygomycotina** ได้แก่ ราชั้นต่ำ สปอร์ของราจำพวกนี้จะสร้างอวัยวะที่เรียกว่า อับสปอร์ (sporangia) ซึ่งเป็น asexual spore คือเกิดสปอร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับการใช้เพศ ได้แก่ ราน้ำ (water mould) ราขนมปัง (bread mould) pin mould และ downy mildew ฯลฯ

3. **Deuteromycotina** เป็นราที่ไม่สมบูรณ์ หรือ imperfect fungi ไม่ใช้สปอร์สืบพันธุ์ สปอร์จะถูกสร้างจากกลุ่มเส้นใยที่เป็นหมัน (sterile mycelium) หรือจากเส้นใยพิเศษ (specialized hyphae) แต่ในอีก 2 subdivision ที่มีความสำคัญในแง่ของการนำมาใช้ประโยชน์ หรือนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อผลิตเห็ด (ภาพที่ 3.1 และ 3.2) ได้แก่

4. **Ascomycotina** หรือ **ascomycetes** มีสปอร์สืบพันธุ์บรรจุในเซลล์พิเศษคล้ายถุง เรียกว่า ascus สามารถสร้างหรือก่อตัวเป็นลำต้นที่เรียกว่า fruiting body ได้ นอกจากเห็ดราแล้ว ไคโคนัสยังถูกจัดไว้ในจำพวกนี้ เห็ดราใน subdivision นี้ที่สำคัญ ได้แก่

- | | |
|---------------------------|---|
| 4.1 Subclass Discomycetes | : กลุ่ม cup fungi ทั้งหมดมีหลายพันธุ์ |
| Order Pezizales | : เห็ดในกลุ่ม cup fungi เช่น เห็ดมอเรล |
| Helotiales | : earthtongues และราที่เป็นโรคพืช |
| 4.2 Class Pyrenomycetes | : กลุ่ม flask fungi ส่วนมากมีโครงสร้างแข็ง |
| Order Sphaeriales | : - |
| Hypocreales | : - |
| 4.3 Class Plectomycetes | : ราแป้ง (powdery mildew) |
| | ราดำ (black mould) blue mould และ penicillium |
| Order Hemiascomycete | : ยีสต์ (yeast) ฯลฯ |
| Loculoasmycetes | : sooty mould, plant scab ฯลฯ |

5. Basidiomycotina หรือ basidiomycetes มีสปอร์สืบพันธุ์อยู่ภายนอกเซลล์ หรืออยู่ด้านนอกของอวัยวะที่เรียกว่า basidium หรือฐานที่มีรูปร่างคล้ายใบพาย แล้วจะก่อตัวเป็นดอกเห็ด หรือ fruiting body แบ่งออกเป็น

5.1 Subclass Holobasidiomycetes : เห็ดราที่เบสิดิเทียมไม่แบ่งตัว (simple basidia)

Order Agaricales : agarics หรือเห็ดราที่มีครีบได้หมวก (gill fungi) ทั้งหมด จะรวมถึงเห็ดที่รับประทานและเห็ดพิษ

Boletales : ส่วนมากไม่มีครีบและจะมีรูขนาดเล็ก (pore) สำหรับปล่อยสปอร์ สปอร์จะถูกสร้างขึ้นในชั้นของ hymenium แทนครีบ เห็ดตับเต่า หรือ cep (*Boletus edulis*) ถือว่ามีรสชาติดีชนิดหนึ่งในโลก

Aphyllorphorales : เห็ดที่ขึ้นอยู่ตามต้นไม้ ท่อนไม้ เช่น พวก polypores และ brackets รวมทั้งชนิดอื่นที่ใกล้เคียงกัน เห็ดมันปู (สกุล *Cantharellus*) สกุล *Thelephora* (fan) สกุล *Hydnum* เห็ดหัวลิง (hedgehog) เห็ดในวงศ์ Gomphaceae (coral fungi) เห็ดในวงศ์ Clavariaceae หรือ clubfungi

5.2 Class Gasteromycetes : Stomach fungi เป็นเห็ดราที่มีความแตกต่างไปจาก Class Holobasidiomycetes ทั้งรูปร่างและการสร้างสปอร์ที่สร้างได้นอกผิว (peridium) ของดอกเห็ด เห็ดในกลุ่มนี้ได้แก่ เห็ดร่างแห (Stinkhorn) เห็ดรังนก (bird's nest fungi) เห็ดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด หรือ Giant puffball รวมทั้งเห็ดเผาะ ถูกจัดไว้ในกลุ่มนี้

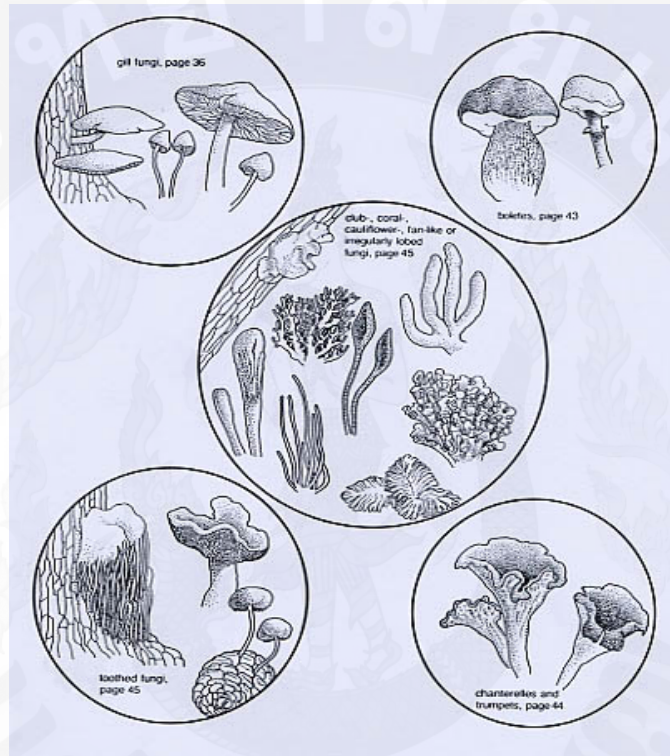
5.3 Subclass Phragmobasidiomycetes

: เห็ดที่ฐาน basidium แบ่งตัวจากกัน เช่น วงศ์ Tremellales ได้แก่ เห็ดหูหนูขาว วงศ์ Auriculariales ได้แก่ เห็ดหูหนู

5.4 Class Teliomycetes ได้แก่ พวกราสนิม (rust) และราเขม่า (smut)

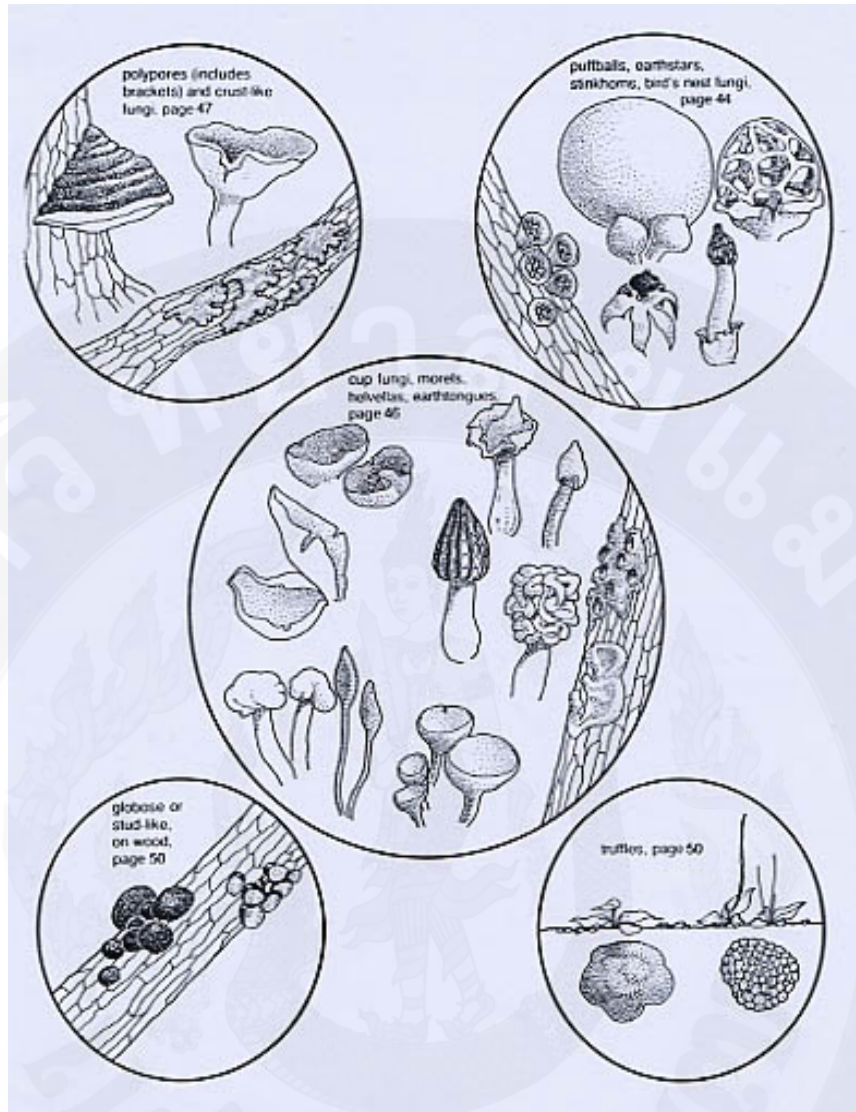
รูปร่างและโครงสร้างของเห็ดรา

หากแยกลักษณะของรูปร่างและโครงสร้างทั่วไป สามารถแยกเห็ดรา ออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้หลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1. gill fungi กลุ่ม 2. boletes กลุ่ม 3. club, coral, cauliflower, fan-like or irregularly lobed fungi กลุ่ม 4. toothed fungi กลุ่ม 5. Chanterelles และ trumpets (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั่วไปของเห็ด
ที่มา : Kibby (1975)

กลุ่ม 1. polypores (รวมทั้ง brackets) และ crust – like fungi กลุ่ม 2. puffball, earthstars, stinkhorns และ birdnest fungi กลุ่ม 3. cup fungi, morels, helvellas, earthtongues กลุ่ม 4. globose หรือ stud – like on wood และ กลุ่ม 5. Truffles (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ลักษณะรูปร่างและโครงสร้างทั่วไปของเห็ด
ที่มา : Kibby (1975)

ส่วนประกอบต่างๆ ของเห็ด

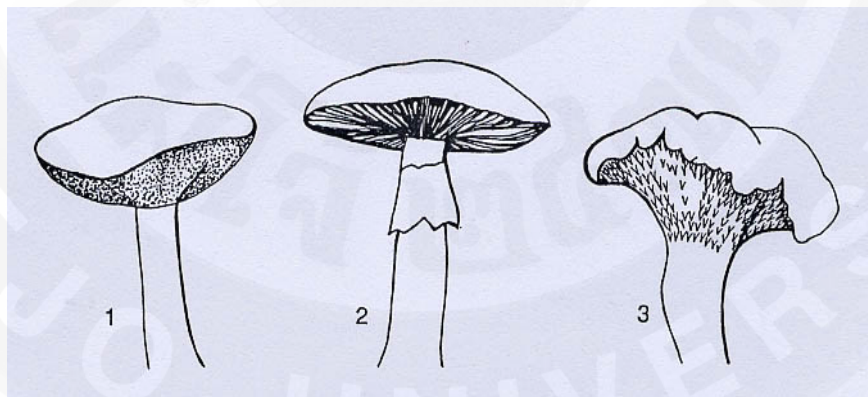
การเจริญเติบโตของเห็ดใน Order Agaricales (Agarics) มีครีบโตห่มวก (gill fungi) ในจำพวก basidiomycetes (subdivision Basidiomycotina) เริ่มมาจากเส้นใยของเห็ดรารวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม คือในที่ที่มีอาหาร ความชื้น และอุณหภูมิที่พอเหมาะ ก้อนเชื้ออ่อนจะเจริญมีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วปริแตกและยืดยาวออกไปในอากาศเผยให้เห็นส่วนต่างๆ ของดอกเห็ด เมื่อมีขนาดโตเต็มที่ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.4)

หมวกเห็ด (cap) เป็นส่วนประกอบปลายสุดของดอกที่เจริญเติบโตขึ้นไปในอากาศ เมื่อดอกบานเต็มที่ก็จะกางออก มีลักษณะรูปทรงเหมือนร่มกาง ขอบปุ่มลงหรือแบนราบ หรือกลางหมวกเว้าลงเป็นแอ่ง มีรูปเหมือนกรวยปากกว้าง ผิวหมวก เห็ดด้านบนอาจจะเรียบ ขรุขระ มีเกล็ด (scales) หรือมีขน แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของเห็ด เกล็ดหรือขนเป็นเนื้อเยื่อที่ยังคงเหลือติดจากกลุ่มเนื้อเยื่อห่อหุ้มดอกเห็ดอ่อน (outer veil) เนื้อของดอกเห็ดมีความหนาบางต่างกัน อาจเหนียว หรือฉีกขาดได้ง่าย สีของเนื้อเห็ดภายในและภายนอก อาจเป็นสีเดียวหรือแตกต่างกัน

ครีบก (gill) ด้านล่างของหมวกเห็ดมีครีบหรือซี่ เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอกห้อยแขวนลงมาจากเนื้อของหมวกเห็ดที่อยู่ตอนบน เห็ดบางชนิดมีครีบหมวกด้านในยึดติดหรือไม่ยึดติดกับก้านดอก ด้านนอกเชื่อมติดกับขอบหมวกสองข้างของครีบหมวกเป็นที่เกิดสปอร์ของดอกเห็ด ครีบหมวกนั้นอาจถูกย่อยให้ละลายเป็นของเหลวในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหิ่งห้อย หรือเห็ดน้ำหมึก

เห็ดแต่ละชนิดมีจำนวนครีบหมวกแตกต่างกัน และความหนาบางไม่เท่ากัน จำนวนครีบหมวกจึงใช้เป็นลักษณะประกอบการจำแนกเห็ดด้วย สีของครีบหมวกส่วนมากเป็นสีเดียวกับสปอร์ของเห็ด ซึ่งจัดเป็นลักษณะแตกต่างของเห็ดแต่ละชนิดโดยปกติมีสีขาว เหลือง ชมพู ม่วง น้ำตาล และดำ

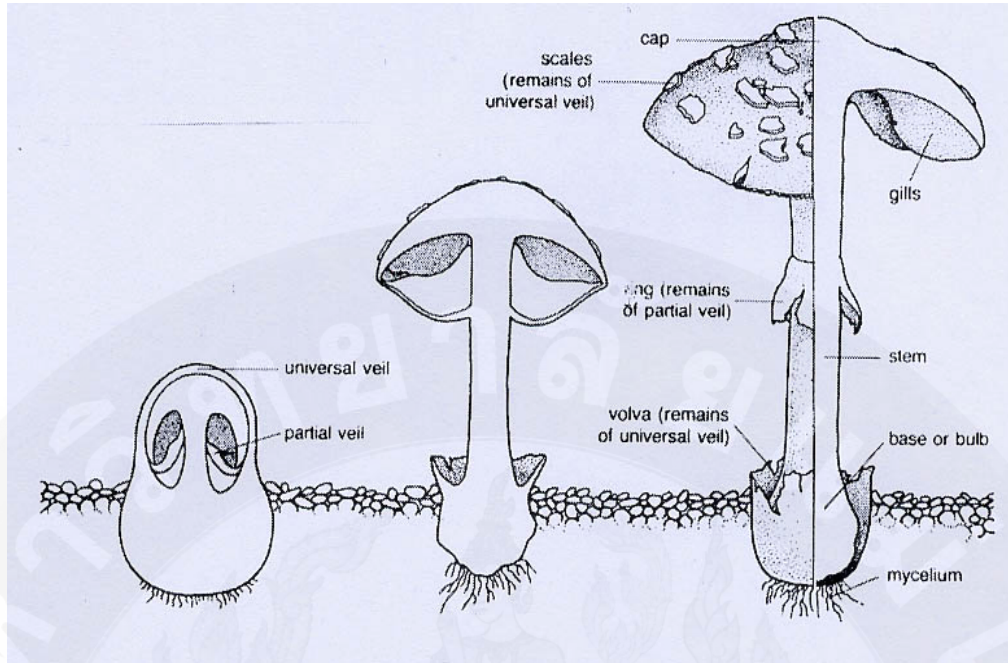
เห็ดบางสกุลไม่มีครีบ แต่จะมีรู (pore หรือ tube) หรืออาจมีลักษณะคล้ายหนาม (spine) แทนครีบที่จะมีสปอร์อยู่ภายใน (ภาพที่ 3.3) บางชนิดสปอร์จะถูกฝังอยู่ในเนื้อเยื่อก้อนวุ้น เช่น เห็ดหนูหนู หรือมีสปอร์เกิดอยู่ในเปลือกหุ้มที่เป็นก้อนกลม เช่น เห็ดเผาะ



ภาพที่ 3.3 การปล่อยสปอร์ในเห็ดสกุลต่าง ๆ ใน

1. เห็ดสกุล Boletus สปอร์จะผ่านออกทางรู (pore หรือ tube)
2. สกุล Agaricus ผ่านทางครีบหรือ gill
3. เห็ดสกุล Hydnum ผ่านเนื้อเยื่อมีลักษณะคล้ายหนาม (spine)

ที่มา : Oei (1991)



ภาพที่ 3.4 ส่วนประกอบของเห็ดขณะเป็นดอกอ่อน (ซ้าย) แสดงส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายนอก (universal veil หรือ Outer veil) เมื่อดอกเห็ดบานจะเปลี่ยนเป็นเกล็ด หรือขน หรือ scales และส่วนเนื้อเยื่อห่อหุ้มภายใน (partial veil หรือ inner veil) เมื่อหมวกเห็ดบานจะยังคงติดบนก้านที่เรียกว่า ring

ที่มา : Oei (1991)

ก้านดอก (stalk หรือ stipe) มีขนาดและความยาวแตกต่างกัน ส่วนมากเป็นรูปทรงกระบอก บางชนิดมีโคน หรือปลายเรียวเล็ก ตอนบนยึดติดกับหมวกเห็ดหรือครึ่งหมวกด้านใน ตอนล่างของเห็ดบางชนิดอาจมีเส้นใยหยาบรวมกันเป็นก้อนหรือเปลือกหุ้มโคน (volva) ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วยชาหงายรองรับอยู่ เช่น เปลือกหุ้มโคนในเห็ดฟาง ฯลฯ บนก้านดอกตอนบนของเห็ดบางชนิดมีวงแหวน (ring) หรือเยื่อบาง (ม่าน หรือ annulus) หุ้มอยู่โดยรอบ ก้านดอกเห็ดมีผิวเรียบ ขรุขระ หรือมีขน หรือมีเกล็ด เมื่อถูกสัมผัสด้วยมือหรืออากาศอาจเปลี่ยนสีได้

ในเห็ดบางชนิดเนื้อเยื่อภายในก้านดอกอาจจะสานกันแน่นทึบ นุ่ม แข็ง หรือกรอบ หรือเป็นเส้นหยาบ หรืออาจสานกันเป็นเส้นใยหลวมคล้ายฟองน้ำ บางชนิดอาจมีรูกลวงยาวตลอด หรือเกิดขึ้นเป็นบางส่วน เนื้อเยื่อก้านดอกเห็ดบางชนิดจะมีรสหวานกรอบ แฉกจะเข้าไปอาศัยกินอยู่ภายในจนเป็นรูพรุนและเน่าเสียอยู่ภายในได้ เช่น ก้านดอกเห็ดหล่ม เห็ดร่างแห (Stinkhorn) มีร่างแหสีขาวเป็นรูปรังคล้ายลูกไม้ห้อยแขวนลงจากเนื้อเยื่อใต้หมวกเห็ดคลุมอยู่รอบก้านดอก ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของเห็ดชนิดนี้

วงแหวน (ring หรือ annulus) เป็นเนื้อเยื่อบางๆ ยึดติดก้านดอกได้หวมกเห็ดลงมาเล็กน้อย เป็นส่วนของเนื้อเยื่อหุ้มครีบเมื่อดอกเห็ดยังอ่อนที่เรียกว่า inner veil (ภาพที่ 3.4) วงแหวนนี้ในเห็ดบางชนิดอาจไม่ยึดติดกับก้านดอกและเลื่อนขึ้นลงได้

เปลือกหุ้ม (volva) มีในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดฟาง และในเห็ดพิษหลายชนิดในสกุล Amanita เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุด ห่อหุ้มดอกเห็ดทั้งดอกไว้ในระยะที่เป็นดอกอ่อนหรือ outer veil (ภาพที่ 3.4) เมื่อดอกเห็ดขยายใหญ่ขึ้นเปลือกหุ้มตอนบนจะแตกออก เพื่อให้หวมกเห็ดและก้านดอกยึดตัวสูงขึ้นในอากาศ ทำให้เปลือกหุ้มอยู่ที่โคนก้าน มองดูเหมือนก้านดอกเห็ดอยู่ในถ้วย

เปลือกหุ้มอาจมีเนื้อเยื่อหรือสีคล้ายคลึงหรือแตกต่างกับหวมกเห็ดแต่ส่วนมากมีสีขาวในเห็ดบางชนิดอาจมองเห็นไม่ชัดเจนเหมือนเห็ดฟางเพราะมีเนื้อเยื่อบางกว่า เห็ดบางชนิดในสกุล Amanita ซึ่งอาจจะเป็นเห็ดพิษจึงเป็นการเสี่ยงที่จะเก็บเห็ดตูมมารับประทาน เพราะยังไม่เห็นเปลือกหุ้มชัดเจน

กลุ่มเส้นใย (mycelium) ก่อนที่จะเป็นดอกเห็ดเราจะเห็นบริเวณนั้นมีเส้นใยสีขาว หรือ hypha คือเซลล์หลายเซลล์มาต่อกันเป็นเส้นใย แต่หากเส้นใยเหล่านี้ก่อตัวหรือรวมตัวกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้น เรียกเส้นใยรวมตัวกันอยู่นี้ว่า กลุ่มเส้นใย เห็ดบางชนิดจะมีเส้นใยรวมตัวเป็นก้อนแข็งอยู่ที่โคนก้านดอกหรือเป็นเส้นหยาบมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่บางชนิดมีเส้นใยละเอียดเล็กมาก มองไม่เห็นลักษณะดังกล่าว โดยปกติเส้นใยของเห็ดจะมีสีขาวนวลแทรกซึมอยู่ตามที่มีอาหารอาศัยอยู่

ดอกเห็ดหรือ ฟรุติติงบอดี้ (fruiting body) เห็ดเกือบทุกชนิดเป็นเห็ดราเบสิดิโอไมซีต และเป็นเบสิดิโอไมซีตขั้นสูงด้วย รูปร่างของเห็ดแบ่งเป็น 1) แผ่นเยื่อนุ่มแบบวุ้น เช่น เห็ดหูหนู 2) ทรงร่ม เช่น เห็ดฟาง เห็ดโคน เห็ดฟุ้ง หรือ 3) เป็นก้อนค่อนข้างกลม เช่น เห็ดจาวมะพร้าว เห็ดเผาะ หรือเห็ดถอบ เห็ดบางชนิดสามารถเลี้ยงเส้นใยจนเกิดดอกเห็ดได้บนอาหารวุ้นในหลอดทดลอง เช่น เห็ดนางรม แต่บางชนิดแม้จะทดลองกันมากมายเพียงใด ก็ไม่สามารถทำให้เกิดดอกเห็ดได้ เช่น เห็ดโคน เห็ดอานม้า

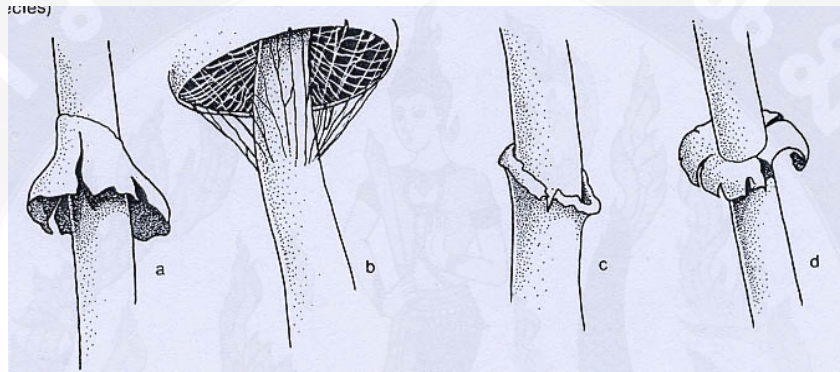
สปอร์เห็ด คือ กลุ่มเซลล์ที่ถูกสร้างขึ้นได้หวมกของดอกเห็ด ใช้ในการขยายพันธุ์ของเห็ดรา สปอร์จะแบ่งออกเป็น asexual spore และ sexual spore ในเบสิดิโอไมซีตจะสร้าง asexual spore น้อยมาก โดยทั่วไปจะแพร่พันธุ์ด้วย sexual spore แทบทั้งสิ้น เรียกว่า เบสิดิโอสปอร์ เห็ดดอกหนึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้จำนวนมากนับล้านๆ สปอร์ มีขนาดเล็กมากมีหน่วยวัดเป็นไมครอนหรือ μm สปอร์จะปลิวหรือลอยไปในอากาศ เมื่อดอกอยู่ในที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม เช่น มีอาหาร ความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่างที่เห็ดชนิดนั้นต้องการ สปอร์จะงอกออกมาเป็นเส้นใย (hypha) ต่อไป

ลักษณะโครงสร้างส่วนต่างๆของเห็ด

ทุกลักษณะสามารถใช้จำแนกชั้นของเห็ดได้

วงแหวนหรือม่าน (ring หรือ annulus) สามารถแยกออกได้ดังนี้ (ภาพที่ 3.5)

- ลักษณะห้อยลง (pendent)
- ลักษณะเป็นเส้นใยบาง (cortina หรือ cobweb – like film)
- ลักษณะคล้ายถุงเท้า (Sheathing หรือ stocking - like)
- ลักษณะหนา ขอบน้ำและม้วนงอลง (thick, fleshy, turn – back)

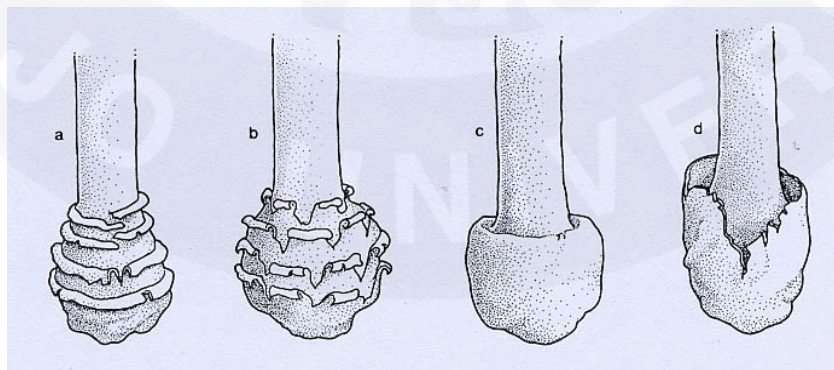


ภาพที่ 3.5 ลักษณะของวงแหวนหรือม่าน (ring หรือ annulus)

ที่มา : Kibby (1979)

ส่วนโคน (base หรือ bulb) และเปลือกหุ้ม (volva) ในสกุล Amanita (ภาพที่ 3.6)

- เนื้อเยื่อหุ้ม 2-4 ชั้น (2-4 loop-like ridge)
- irregular band
- gutter-like or marginate bulb
- bag-like with thin, irregularly torn margin

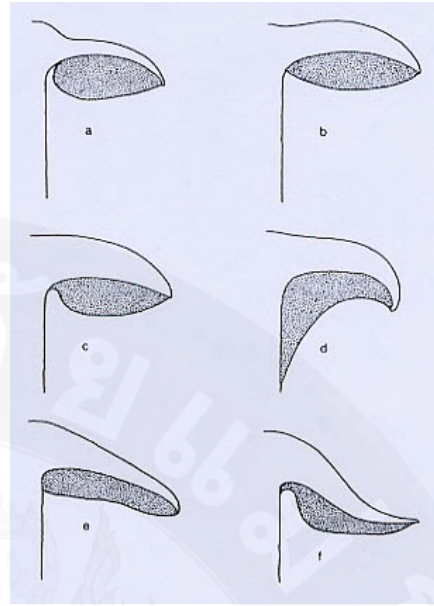


ภาพที่ 3.6 ลักษณะโคน (base หรือ bulb) และเปลือกหุ้ม (volva)

ที่มา : Kibby (1979)

ขอบดอก (gill attachment) (ภาพที่ 3.7)

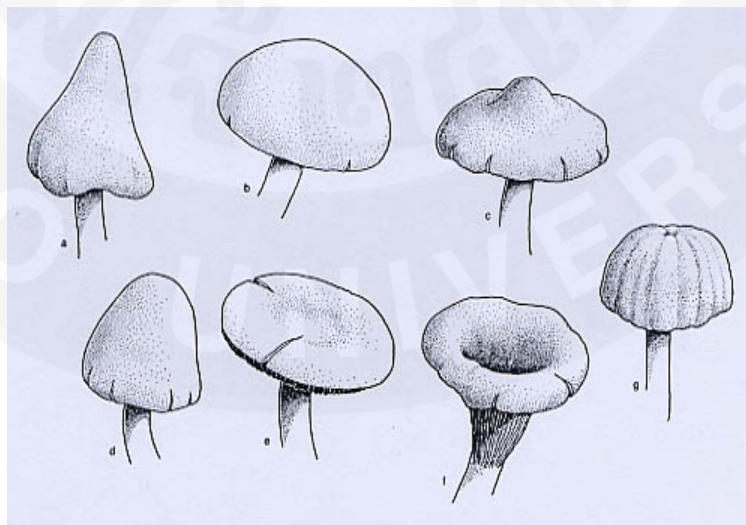
- ไม่ต่อเชื่อมกับก้านดอก (free to remote)
- เชื่อมติดกับก้าน (adnexed)
- โค้งเข้าหากัน (sinuate)
- โค้งลงสู่ก้านดอก (decurrent)
- เชื่อมติดกับก้านและไม่โค้งลงหากัน (adnate)
- ดอกโค้งลงหากัน (siuate)



ภาพที่ 3.7 ลักษณะของขอบดอกที่เชื่อมติดกับก้านดอก
ที่มา : Kibby (1979)

รูปร่างหมวกเห็ด (cap shapes) โดยทั่วไปจะพบลักษณะดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.8)

- รูปกรวย (conical)
- โค้งนูน (convex)
- ส่วนตรงกลางดอกยกสูงขึ้นคล้ายหมวกจีน (umbonate)
- ทรงระฆัง (campanulate, bell-like)
- แบนเรียบ (expanded and flattened)
- รูปกรวยหงายขึ้น (funnel-like)
- รูปคล้ายสะดือ กลางดอกเป็นร่องลึกลง (umbilicate)

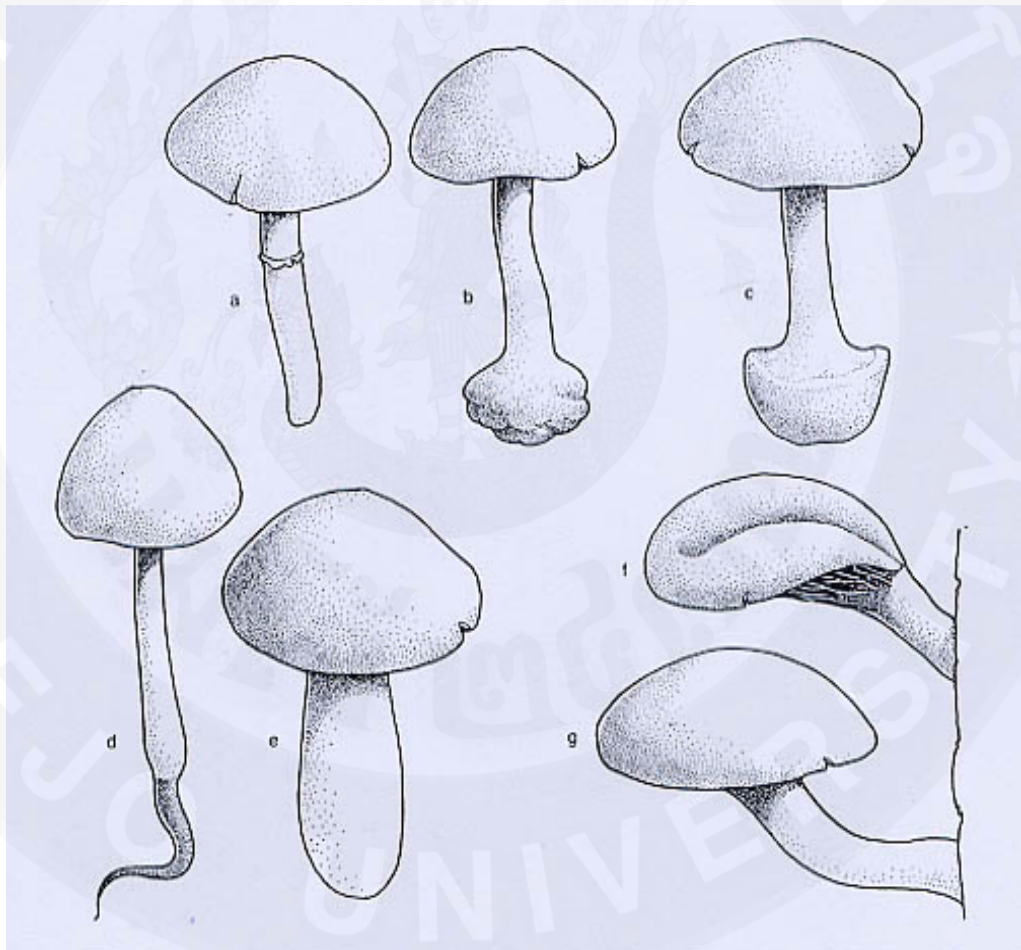


ภาพที่ 3.8 รูปร่างของหมวกเห็ด (cap shapes)

ที่มา : Kibby (1979)

ลักษณะก้านดอกเห็ด (stem type) พบว่ามีความแตกต่างกันมาก ในเห็ดอันดับ Agarics (ภาพที่ 3.9) สามารถจัดแบ่งได้เป็น

- ลักษณะคล้ายแท่งตลอดก้าน (simple, cylindrical, equal)
- ส่วนโคนมีขนาดใหญ่ (bulbous)
- ส่วนโคนใหญ่มีขอบ (marginately bulbous)
- ส่วนโคนมีรากยาว (rooting)
- ลักษณะเป็นแท่งเรียวสู่ส่วนบน (clavate, club-shaped)
- ก้านดอกติดข้างหมวก (lateral)
- ก้านดอกไม่อยู่กลางหมวก (eccentric)

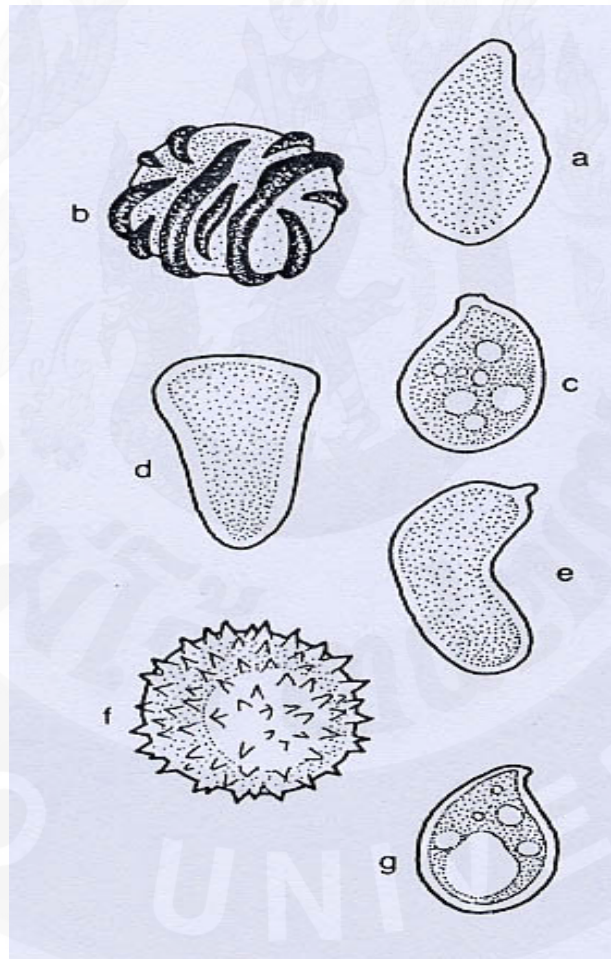


ภาพที่ 3.9 ลักษณะก้านดอกเห็ดในอันดับ Agarics

ที่มา : Kibby (1979)

รูปร่างสปอร์ (spore shape) ในเห็ดแต่ละสกุลจะมีรูปร่างขนาดและสีของสปอร์แตกต่างกัน (ภาพที่ 3.10)

- a. fusiform ในสกุล Boletus
- b. ornamented ในสกุล Russula และ Lactarius
- c. ovate มีลักษณะกลมรี
- d. bullet – like ลักษณะคล้ายหัวกระสุนในสกุล Lepiota
- e. sausage – like คล้ายไส้กรอก
- f. globose กลมมีหนาม
- g. pip – shaped จุดกลม



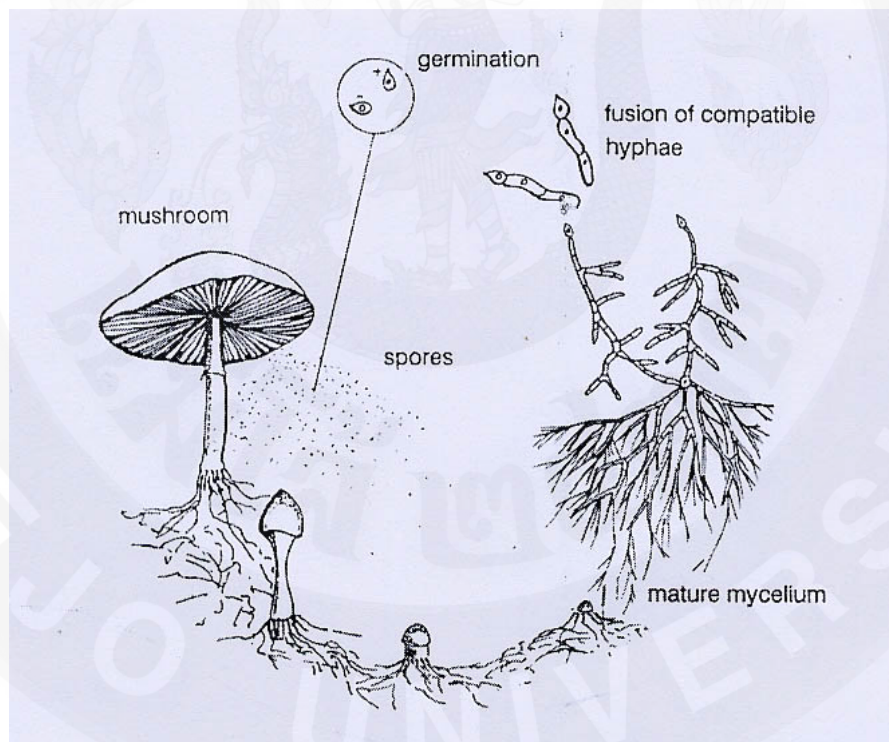
ภาพที่ 3.10 รูปร่างของสปอร์จะแตกต่างกันไปในเห็ดแต่ละสกุล
ที่มา : Kibby (1979)

ชีววิทยาของเห็ด

วงจรชีวิตเห็ดในธรรมชาติ

เป็นที่ทราบแล้วว่าใน Eumycota นั้นมีทั้งราชั้นต่ำและราชั้นสูง และสามารถแบ่งออกเป็น 2 subdivision ที่มีความสำคัญในด้านเห็ดรา ได้แก่ subdivision Ascomycotina กับ subdivision Basidiomycotina ซึ่ง Basidiomycotina มีความสำคัญมากกว่า เห็ดทั้ง 2 subdivision จะสร้างสปอร์เพื่อขยายพันธุ์ โดยสปอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาจะมีทั้ง asexual spore และ sexual spore ซึ่ง sexual spore จะถูกสร้างและพบในดอกเห็ดมากกว่า asexual spore

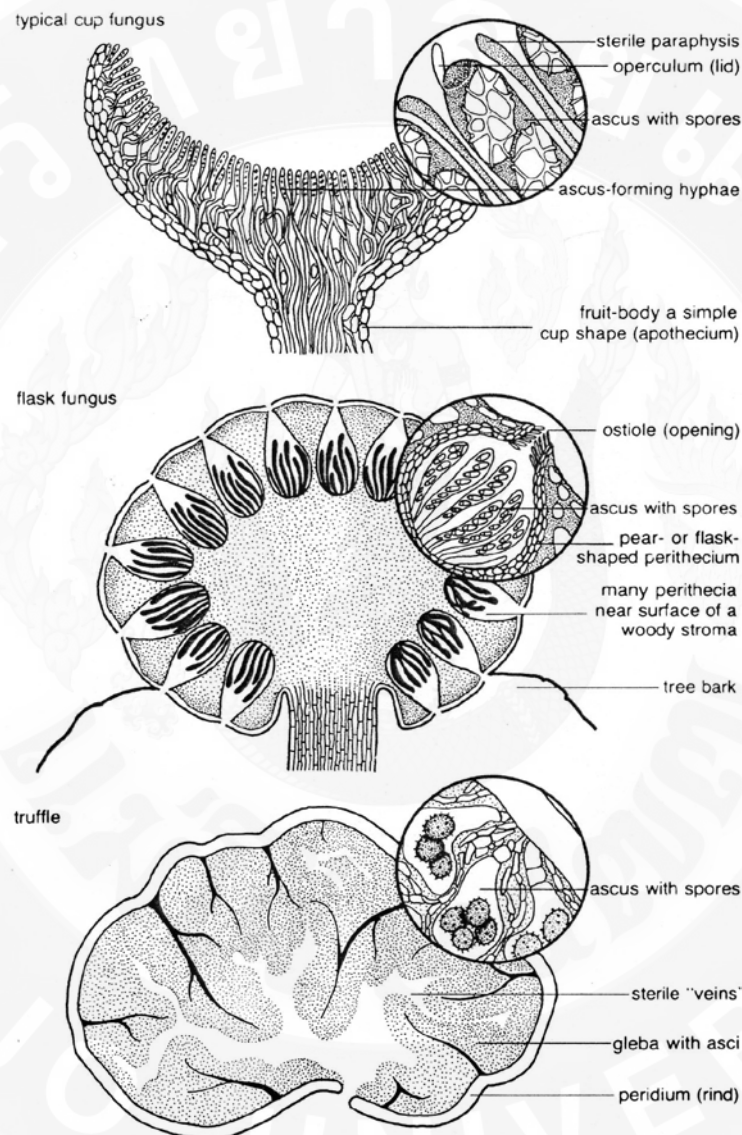
ในภาพที่ 3.11 แสดงให้เห็นว่าเมื่อสปอร์ที่ดอกเห็ดสร้างขึ้นมาแล้วร่วงหล่นไปในจุดที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สปอร์จะงอกเพื่อสร้างเส้นใย (hypha) เส้นใยเหล่านี้จะมีการแบ่งเซลล์ไปได้เรื่อยๆ เมื่อเส้นใยผสมกันแล้วรวมกลุ่มกันเรียกว่ากลุ่มเส้นใย (mycelium) แล้วจะก่อตัวเป็นดอกเห็ดอ่อนและเปลี่ยนเป็นเห็ดที่พบเห็นได้ทั่วไปที่สุด



ภาพที่ 3.11 วงจรชีวิตเห็ดในธรรมชาติ จากสปอร์งอกเป็นเส้นใย มีการผสมของเส้นใย แล้วก่อตัวเป็นดอกเห็ด

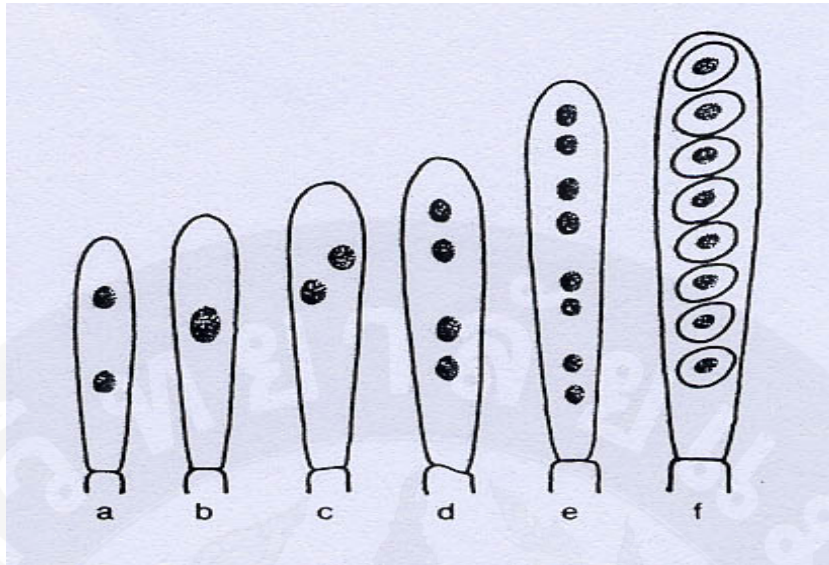
ที่มา : Oei (1991)

สำหรับพวก ascomycetes (ภาพที่ 3.12) จะมีการสร้างสปอร์ในถุงแอสคัส (ascus) หรือถุงสปอร์ การผสมพันธุ์ของสปอร์ที่เป็น sexual spore เกิดขึ้นในถุงนี้ สปอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมานี้ เรียกว่า แอสโคสปอร์ (ascospore) โดยเซลล์เพศรวมตัวกัน แล้วแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) ออกเป็น 4 หรือ 8 เซลล์ แต่ละเซลล์ทำหน้าที่เป็นสปอร์หรือที่เรียกว่า แอสโคสปอร์ นั่นเอง



ภาพที่ 3.12 ดอกเห็ดแก่ใน subdivision Ascomycetes เมื่อผ่าตามขวางจะพบสปอร์ หรือ Ascospore ในถุงแอสคัส (ascus) เป็นจำนวนมาก

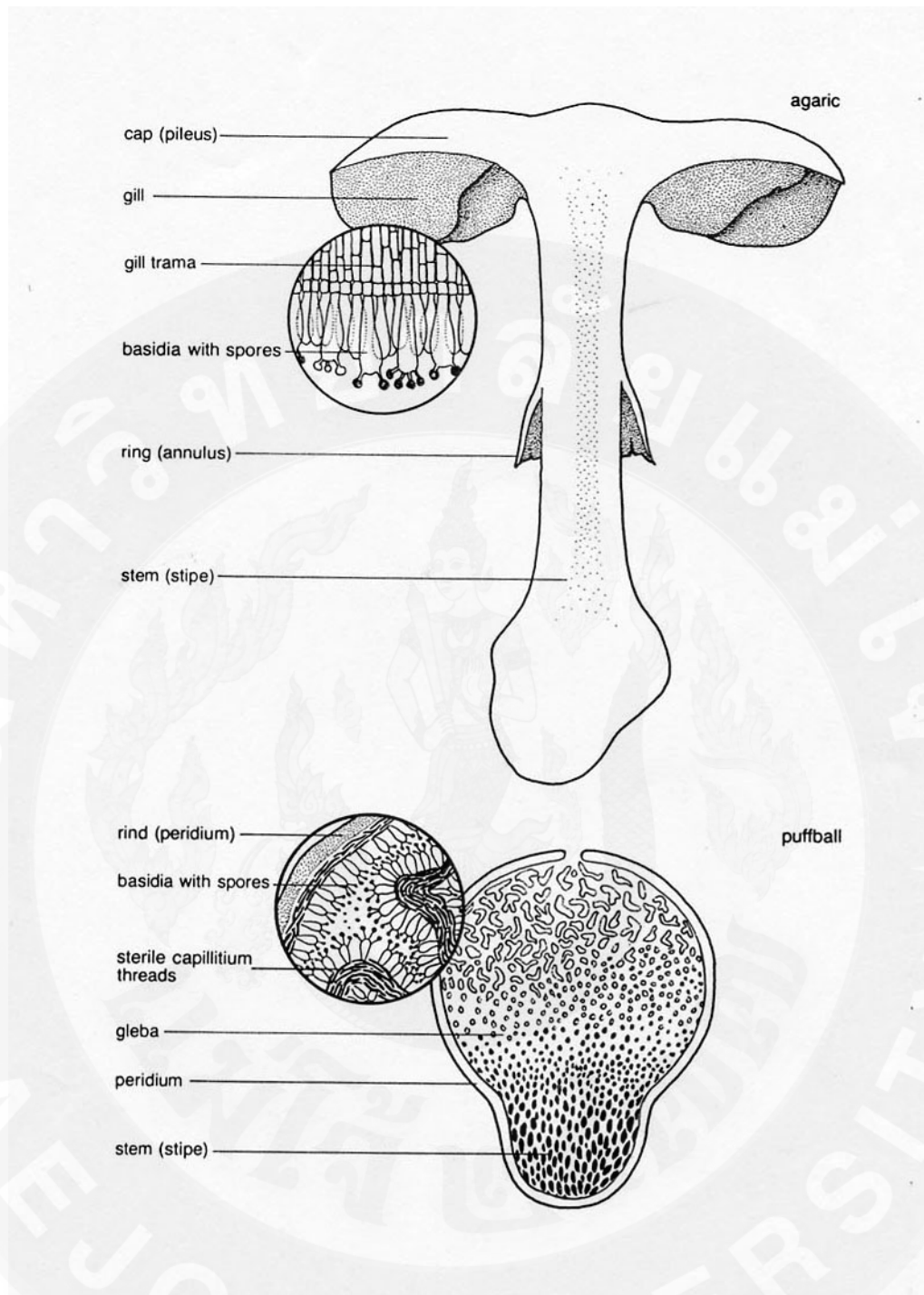
ที่มา : Kibby (1979)



ภาพที่ 3.13 ใน subdivision Ascomycetes จะมีการสร้างสปอร์อยู่ในถุง ascus โดย 2 นิวเคลียสจะรวมตัวกัน (a,b) แล้วแยกตัวออกเป็น 8 spore เรียกสปอร์แต่ละอันว่า ascospore(c,d,e,f)

ที่มา : Kibby (1979)

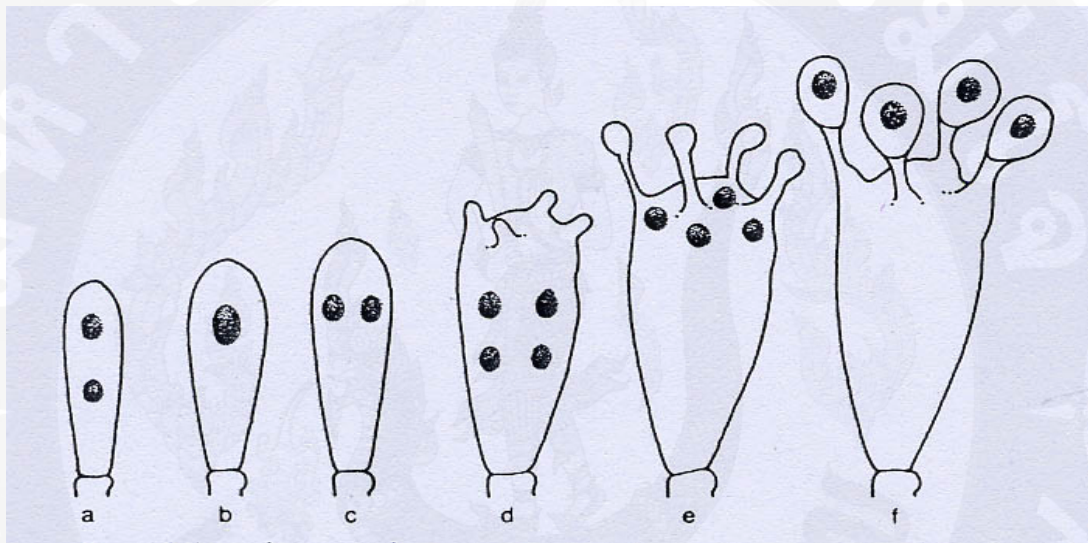
สำหรับใน subdivision Basidiomycetes ซึ่งจัดเป็นเห็ดราที่มีวิวัฒนาการขั้นสูงสุด เห็ดมีครีบ (agaric) และไม่มีครีบ (puffball) เกือบทุกชนิดล้วนถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ รวมทั้งราที่เป็นศัตรูพืชเกือบทั้งหมดถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ทั้งสิ้น (ภาพที่ 3.14)



ภาพที่ 3.14 เห็ดมีครีบ (Agaric) และไม่มีครีบ เช่น puffball ในเบสิดิโอไมยลิต การสร้างสปอร์ของเห็ดเหล่านี้จะอยู่บนก้านรูปใบพายที่เรียกว่า เบสิดิเดียม ที่เรียงกันอยู่บนครีบ (gill) บรู (pore) หรือบนเนื้อเยื่อคล้ายหนาม (spine) ของดอกเห็ด หรืออาจฝังอยู่ในรูเช่นในเห็ดหนู

ที่มา : Kibby (1979)

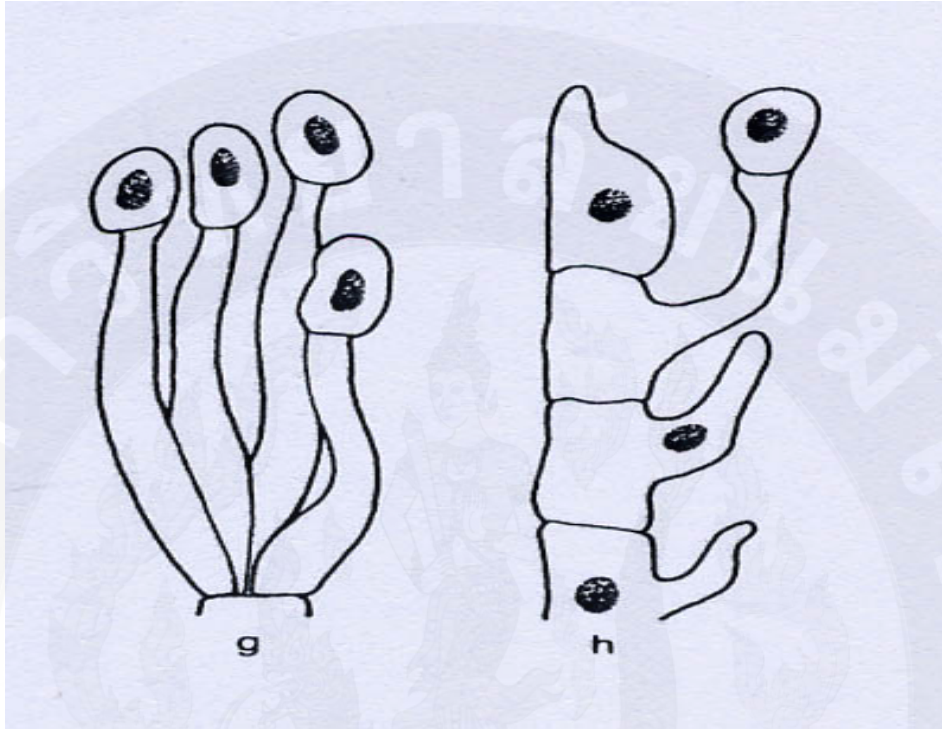
โดยทั่วไปเบสิดิโอไมซิสจะขยายพันธุ์ด้วยสปอร์เพศ หรือ sexual spore โดยเส้นใยบางเส้นจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นฐานรูปไม้พายที่เรียกว่า เบสิดิเดียม (basidium) ที่หมายถึงฐาน นิวเคลียส 2 อันในฐานจะผสมเข้าด้วยกันแล้วแบ่งตัวออกเป็น 4 นิวเคลียส (meiosis) เป็น 2 หรือ 4 นิวเคลียส โดยมากจะเป็น 4 นิวเคลียส ต่อมาเซลล์เหล่านี้จะเคลื่อนตัวหลุดออกไปนอกฐาน ทำหน้าที่เป็นสปอร์ เรียกว่า basidiospore เติบโตหนึ่งสามารถสร้างสปอร์ได้นับล้านสปอร์ สปอร์ที่ติดส่วนมากเป็นแฮพลอยด์ (haploid = n) (ภาพที่ 3.15)



ภาพที่ 3.15 ในเบสิดิโอไมซิส การสร้างสปอร์จะเกิดขึ้นในฐานหรือเบสิดิเดียม โดยนิวเคลียส 2 อันรวมตัวกัน (a,b) แล้วแบ่งตัวออกเป็น 4 นิวเคลียส (c,d) มีการสร้างก้านชูสปอร์ (e) เพื่อเคลื่อนย้ายสปอร์ออกมานอกฐาน (f)

ที่มา : Kibby (1979)

ส่วนในเห็ดหูหนูจะมีฐานแตกต่างไปจากเห็ดอื่น คือ เป็นฐานที่มีลักษณะแยกตัว (divided basidia) หรือแยกกันสปอร์ออกจากกันไม่รวมติดอยู่ด้วยกันเหมือนเห็ดอื่น (ภาพที่ 3.16)

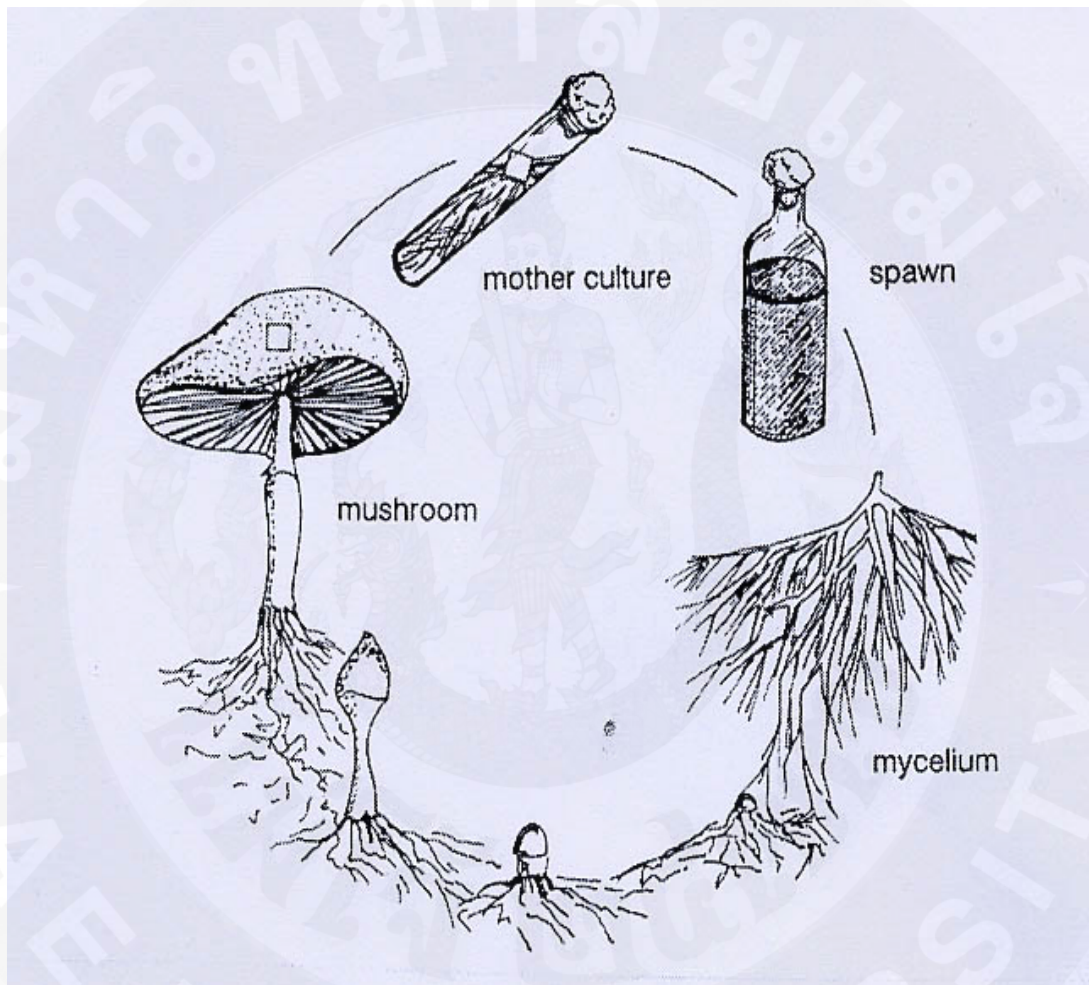


ภาพที่ 3.16 สำหรับเห็ดหูหนู หรือ Jelly fungus ทั้งเห็ดหูหนูขาว หรือ Tremella (g) และเห็ดหูหนู หรือ Auricularia (h) จะเห็นฐานมีลักษณะแตกต่างออกไป คือเป็นฐานที่แยกกันสปอร์ออกจากกัน (divided basidia)

ที่มา : Kibby (1979)

วงจรชีวิตเห็ดจากหัวเชื้อ

วงจรชีวิตอีกรูปแบบหนึ่ง คือการนำเนื้อเยื่อเห็ดมาเพาะเลี้ยง เมื่อมีการเจริญของเนื้อเยื่อเป็นเส้นใยในอาหารวุ้นในสภาพปลอดเชื้อ จะย้ายเส้นใยในอาหารวุ้นเข้าไปยังเมล็ดธัญพืชเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดบริสุทธิ์ให้มากขึ้น แล้วนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อให้เกิดดอกเห็ดในขั้นตอนต่อไป (ภาพที่ 3.17)

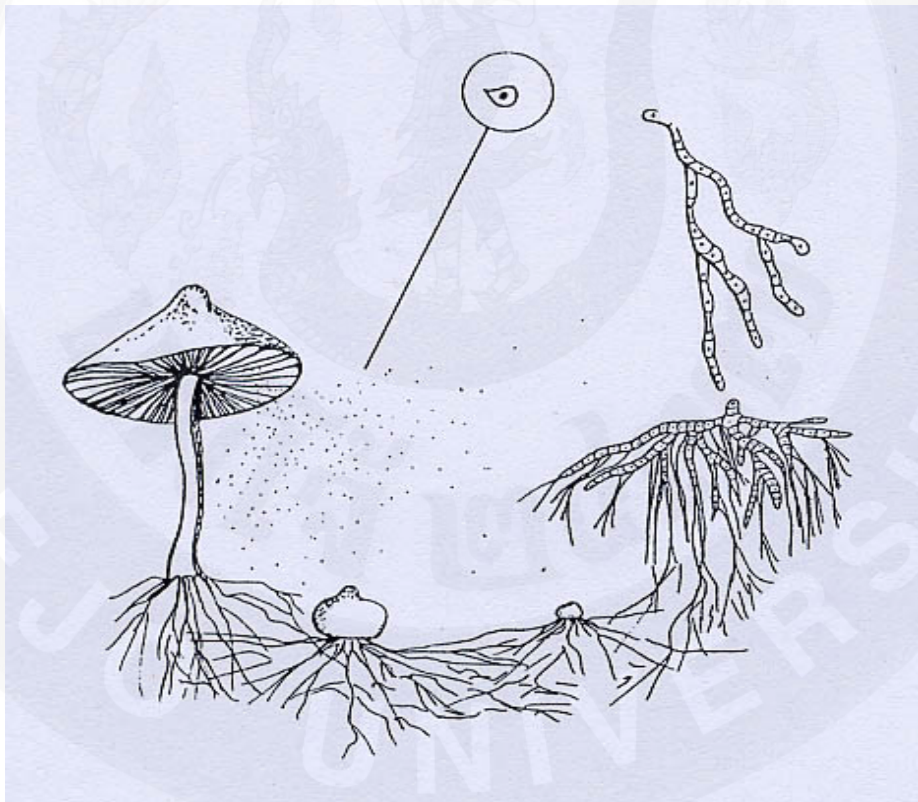


ภาพที่ 3.17 วงจรชีวิตเห็ดจากหัวเชื้อเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดในเมล็ดธัญพืชสำหรับนำไปเพาะเลี้ยงต่อไป

ที่มา : Oei (1991)

จากการที่เห็ดสามารถสร้างสปอร์และเมื่อสปอร์งอกเป็นเส้นใยแล้ว ก่อนที่เส้นใยเหล่านั้นจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นดอกได้ เส้นใยอาจไม่ต้องผสมเส้นใยจากสปอร์อื่น เรียกเส้นใยนี้ว่า โฮโมทัลลิก (homothallic) หรืออาจต้องผสมเส้นใยจากสปอร์อื่นที่เรียกว่า เฮเทอโรทัลลิก (heterothallic) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบไม่ต้องผสมเส้นใยจากสปอร์อื่น (homothallic) วงจรชีวิตเห็ดที่เริ่มจากสปอร์แบบนี้ แต่ละสปอร์สามารถเจริญเป็นดอกเห็ดจนครบวงจรชีวิตได้เอง เริ่มจากแต่ละสปอร์จะงอกเป็นเส้นใย เรียกว่าเส้นใยระยะที่ 1 เส้นใยระยะที่ 1 มีจำนวนนิวเคลียสเพียง 1 อันในแต่ละเซลล์ เมื่อเส้นใยเห็ดระยะที่ 1 เจริญอยู่ระยะหนึ่งจะมีการพัฒนาตัวเองให้กลายเป็นเส้นใยระยะที่ 2 ซึ่งมีนิวเคลียส 2 อันในแต่ละเซลล์ เส้นใยระยะที่ 2 นี้เองที่จะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเล็กๆ แล้วเจริญเติบโตจนเป็นดอกเห็ดที่สามารถสร้างสปอร์ได้อีก สปอร์ของดอกเห็ดแต่ละสปอร์จะสามารถเจริญเป็นดอกเห็ดต่อไปอีก หมุนเวียนเป็นวงจรต่อไป (ภาพที่ 3.18)



ภาพที่ 3.18 วงจรชีวิตเห็ดแบบไม่ต้องผสมเส้นใยจากสปอร์อื่น

ที่มา : Kibby (1979)

2. แบบต้องผสมเส้นใยจากสปอร์อื่น (heterothallic) เห็ดบางชนิดสร้างสปอร์ซึ่งแตกต่างจากแบบแรก คือ แต่ละสปอร์ไม่สามารถเจริญเป็นดอกเห็ด คงเจริญเป็นได้เฉพาะเส้นใยซึ่งเราเรียกว่า เส้นใยหมัน (sterile mycelium)

เส้นใยหมันนี้ก็คือ เส้นใยในระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาตัวเองให้เป็นเส้นใยระยะที่ 2 การเกิดเส้นใยระยะที่ 2 จึงต้องอาศัยการผสมเส้นใยที่เจริญเป็นเส้นใยในระยะที่ 1 การผสมเส้นใยจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อเส้นใยในระยะที่ 1 ที่จะมาผสมกันนั้นจะต้องเป็นเส้นใยจากสปอร์อื่นที่จะรวมเข้ากันได้เท่านั้น (compatible) เมื่อเส้นใยทั้งสองรวมกันแล้วจะมีการพัฒนาเส้นใยเป็นเส้นใยระยะที่ 2 ซึ่งจะเจริญเติบโตรวมเป็นกลุ่มก้อนดอกเห็ดต่อไป (ภาพที่ 3.11)

บทที่ 4

ความต้องการอาหารของเห็ดและวิธีฆ่าเชื้อ

อาหารของเห็ด

เห็ดเป็นราไม่สามารถสังเคราะห์แสงหรือสร้างอาหารเหมือนพืชที่มีสีเขียวทั่วไป อาหารและพลังงานของเห็ดที่ใช้ในการเจริญเติบโต จะได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ได้มาจากซากพืชที่เป็นปุ๋ยคอก โดยมีแบคทีเรียทำหน้าที่ย่อยสลายก่อนแล้วเห็ดจึงนำไปใช้

อาหารที่เห็ดได้จากเศษซากพืชคือน้ำตาลในรูปน้ำตาลกลูโคส เซลลูโลส แป้ง ฯลฯ น้ำตาลบางชนิดมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่น แป้ง ฯลฯ เห็ดบางชนิดมีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหารเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี โดยอาหารจะถูกดูดซึมเข้าไปทางผนังเซลล์ นอกจากน้ำตาลแล้วยังมีโปรตีน และธาตุอาหารอื่นๆ

สารอาหารของเห็ด

ประกอบด้วย

1. สารที่เป็นแหล่งคาร์บอน (carbon source)

หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนอยู่ ได้แก่ น้ำตาลต่างๆ เช่น กลูโคส ฟรุคโตส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรตที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสที่ต้องอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็กก่อนที่เห็ดจะนำไปใช้ได้ แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ย่อยสลายสารประกอบที่เป็นแหล่งคาร์บอน ได้แก่

1.1 Autotrophic bacteria ใช้คาร์บอนจากคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ กลีโกลิคาร์บอนเนต

1.2 Heterotrophic bacteria ใช้คาร์บอนจากสารประกอบอินทรีย์ เช่น โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ฯลฯ

วัสดุในการเตรียมเพื่อเพาะเลี้ยงแม่เชื้อ (mothermycelium) หัวเชื้อ (motherspawn) และก้อนเชื้อ (bag culture) ตลอดจนวัสดุในการเตรียมปุ๋ยหมักเพาะเห็ดหรือวัสดุเพาะเห็ด ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอน สำหรับวัสดุที่เป็นแหล่งคาร์บอน คือ วัสดุเหลือใช้ในการเกษตร (agricultural waste) ได้แก่ ฟางข้าว ฟางข้าวไ้ด ฟางข้าวไรน์ ฟางข้าวบาร์เลย์ ชี้เลี้ยง นอกจากนี้ยังมีการใช้เศษวัสดุเหลือจากการเกษตรอื่นๆ เช่น ทะลายปาล์ม เฟอร์น หญ้า ผักตบชวา เปลือกมันสำปะหลัง เปลือกถั่วเขียว หรือถั่วเหลือง เศษฝ้าย ปุ๋ยหมัก ฯลฯ ซึ่งจะประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นส่วนใหญ่

เห็ดไม่สามารถสังเคราะห์อาหารขึ้นเองได้ มีชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่น (heterotroph) จึงจำเป็นต้องอาศัยอาหารสำเร็จรูปจากสิ่งต่าง ๆ เช่น ไม้ผุ หรือปุ๋ยหมัก

เห็ดบางชนิดเช่น เห็ดหอม เห็ดนางรม เห็ดหูหนู ฯลฯ มีน้ำย่อยพิเศษที่สามารถย่อยอาหารได้ โดยเฉพาะพวกที่ให้พลังงาน คือ คาร์บอน (C) ที่อยู่ในรูปเชิงซ้อน เช่น ลิกนิน เฮมิเซลลูโลสได้ แต่เห็ดบางชนิด เช่น เห็ดฟาง เห็ดถั่ว เห็ดแชมปิญอง ไม่มีน้ำย่อยที่สามารถย่อยอาหารเชิงซ้อนเหล่านี้ได้ จึงต้องอาศัยปุ๋ยหมักที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์แล้ว

2. สารประกอบที่เป็นแหล่งไนโตรเจน (nitrogen source)

หมายถึง สารประกอบที่มีไนโตรเจนอยู่ด้วย เช่น โปรตีน กรดอะมิโน เกลือของแอมโมเนียมต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์มีความต้องการและสามารถใช้ในรูปต่าง ๆ กันแล้วแต่ชนิดของจุลินทรีย์ เช่น

Autotrophic bacteria สามารถใช้ในโตรเจนจากเกลือแอมโมเนียมและเกลือไนเตรทเพื่อการเจริญเติบโตได้

Heterotrophic bacteria ใช้ไนโตรเจนในรูปของกรดอะมิโน และแบคทีเรีย แต่ละชนิดมีความต้องการกรดอะมิโนต่างชนิดกัน

เห็ดต้องการไนโตรเจนใช้ในการสังเคราะห์โปรตีน แหล่งที่ให้ไนโตรเจนที่เหมาะสมแก่เห็ด คือ ยูเรีย เกลือแอมโมเนียม ทั้งแอมโมเนียมซัลเฟต $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ และแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) ในกรดอะมิโน เช่น แอสพาราจีน (asparagine) อะลามีน (alamine) และไกลซีน (glycine) ในกองปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะเห็ดจะได้โปรตีนจากจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในกองปุ๋ยเหล่านั้นนั่นเอง แหล่งของไนโตรเจนนอกจากจะได้รับจากแหล่งต่างๆ ที่ได้กล่าวถึงแล้วยังได้รับจากปุ๋ยธรรมชาติจำพวกมูลม้า วัว ควาย และไก่

โดยทั่วไปการหมักวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของคาร์บอน เช่น ฟาง เศษผ้า ปุ๋ยหมัก มักจะเพิ่มไนโตรเจนในรูปยูเรีย 1 กก. ต่อวัตถุดิบ 100 กก. จากนั้นจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียจะทำหน้าที่เปลี่ยนไนโตรเจนในยูเรียหรือแอมโมเนียมไปเป็นโปรตีน ซึ่งโปรตีนนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเห็ด ปกติจะใส่ปุ๋ยแคลเซียมลงไปใส่แอมโมเนียแต่อาจไล่ไม่หมด ในปี 2538 กรมพัฒนาที่ดินรายงานว่า ซีโอไลท์จับยึดปุ๋ยไนโตรเจนและโปแตสเซียมได้ดีแทนการใช้ปุ๋ยแคลเซียมในการเพาะเห็ดสูง จึงควรมีการทดลองว่าการใส่แอมโมเนียโดยใช้ปุ๋ยแบบเดิมกับการใช้ซีโอไลท์ จะมีผลแตกต่างกันหรือไม่ ทั้งด้านผลผลิตและราคาของซีโอไลท์

3. ธาตุอาหาร (nutrient)

เห็ดจะใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโตทุกระยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเจริญของเส้นใย ธาตุอาหารเหล่านี้ได้แก่ Ca P K และ Mg แม้ว่าต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยแต่จะทำให้เห็ดเจริญเติบโตตามปกติได้ เพราะทำให้กระบวนการทางสรีรวิทยาของเห็ดเป็นไปอย่างปกติ

ดังนั้นในการทำปุ๋ยหมักของเห็ดจึงต้องมีการเพิ่มสารประกอบเหล่านี้

ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Ca ปริมาณ 1.5 กรัม อาจใช้ดีเกลือ 30 กรัม หรือ หินปูน (lime ; CaCO_3) ปริมาณ 30 กรัม แทนก็ได้

ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เป็นแหล่งของ P (ในรูปของ calcium superphosphate 30 g.) และ K (ในรูปของ potassium sulfate 15 g.) ปริมาณ 30 กรัม

ดีเกลือ (MgSO_4) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Mg ปริมาณ 20 กรัม

4. วิตามิน

การใช้วิตามินต่างๆ เช่น ไบโอติน (boitin) และไทอามิน (thiamin) มีผลให้เส้นใยของเห็ด แห้งเปียกของเจริญเติบโตได้ดี

5. สารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth promotion activity)

การใช้สารเหล่านี้เพื่อผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ด สารที่นำมาใช้ได้แก่ สารในกลุ่ม auxin เช่น IAA (indoleacetic acid) กรดอะมิโน เช่น phenylamine methionine และ proline นอกจากนี้ได้มีการใช้สารประกอบเอสเทอร์จากกรดไขมัน ได้แก่ oleic acid และ linolic acid

นอกจากนี้ยังสามารถใช้สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ดแห้งเปียก โดยนำสารเหล่านี้ผสมกับดินหรือปุ๋ยหมักคลุมชั้นบนก่อนที่จะเห็ดขึ้นเห็ดขึ้นเห็ด จะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้จากเดิม 0.8-1 กก./ m^2 เป็น 1-1.5 กก./ m^2 และมีการใช้รำข้าวเป็นอาหารเสริมในเห็ดบางชนิด

อัตราส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio)

จะเห็นได้ว่าวัสดุเพาะเห็ดส่วนใหญ่จะจัดเตรียมจากวัสดุเหลือใช้การเกษตร เช่น ฟางข้าว มูลสัตว์ และเติมสารอาหารที่ทำให้เห็ดเจริญเติบโต เช่น ธาตุอาหาร วิตามิน เพื่อปรับอัตราส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C/N ratio) ให้เหมาะสมในกองปุ๋ย ในระยะแรกนั้น C/N ratio จะสูง โดยอยู่ในช่วง 27:1 แต่หลังการหมักปุ๋ยสิ้นสุดลงแล้วใน 9-12 วัน C/N ratio จะลดลงเป็น 17:1 จะเห็นว่าปริมาณคาร์บอนลดลงและถือเป็นอัตราส่วนของเห็ดทั่วไป เช่น เห็ดนางรม ซึ่งเป็นเห็ดที่เจริญในวัสดุหมักอย่างสมบูรณ์ (ในกรณีใช้ฟางหมัก) หรือเห็ดแชมปิญองสามารถเจริญเติบโตได้ดี

การฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อ หมายถึง ขั้นตอนทำให้วัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในงานเพาะเห็ดต้องปราศจากเชื้ออื่นๆ ที่ไม่ต้องการให้เจริญ โดยเฉพาะเชื้อราและแบคทีเรียที่ไม่เป็นที่ต้องการ การฆ่าเชื้อถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญยิ่งในงานเพาะเลี้ยงเห็ด โดยเฉพาะขั้นตอนการเลี้ยงเส้นใยและการทำหัวเชื้อเห็ด หากต้องการให้เชื้อเห็ดบริสุทธิ์ หรือ pure ต้องมีการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่เข้ามาปนเปื้อน (contaminate)

ในการเพาะเห็ดมีเชื้ออยู่ 2 กลุ่มใหญ่ ที่พบและเกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ดมากที่สุด คือ เชื้อราและแบคทีเรีย 1) **เชื้อรา** มีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง ในอากาศโดยปลิวไปตามลม ฝุ่นละออง เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ในรูปสปอร์ ทนต่อสภาพความแห้งแล้งและทนต่อความร้อนได้ สามารถเจริญได้ในอาหารของเห็ดที่เป็นชั้นเล็กๆ และไม่เปียกมาก เช่นเดียวกับเห็ดที่เราต้องการเพาะเลี้ยง กำจัดโดยใช้ความร้อนในน้ำเดือดอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 2) **แบคทีเรีย** มักแพร่กระจายในน้ำและฝุ่นละอองเป็นส่วนใหญ่ แบคทีเรียสามารถเจริญได้ในอาหารที่เปียกและมีน้ำมาก ถ้าอาหารแห้งหรือหยาบจะไม่สามารถเจริญได้แบบเห็ดรา สปอร์ของแบคทีเรียสามารถทนความร้อนได้มากกว่าเชื้อรา ดังนั้นการกำจัดด้วยความร้อนจะต้องใช้ความร้อนที่สูงกว่าและใช้เวลาแตกต่างกันออกไป

ขั้นตอนที่สำคัญในการกำจัดเชื้อ คือ 1) **การฆ่าเชื้อบนอาหารวัน** สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ด 2) **การฆ่าเชื้อในหัวเชื้อ** ในเมล็ดข้าวฟ่างซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญของงานเพาะเห็ดซึ่งจะเป็นการฆ่าเชื้อทุกชนิดให้ตายไปโดยสิ้นเชิง ที่เรียกว่า การใช้ความร้อนขึ้นฆ่าเชื้อ หรือสเตอริไลส์เซชัน (sterilization)

นอกจากนี้ ยังมีการฆ่าเชื้อที่ติดอยู่กับอุปกรณ์และวัสดุเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้เป็นภาชนะในการปฏิบัติงาน เช่น ตู้เขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ มีดผ่าตัด หรือแม้กระทั่งมือของผู้ปฏิบัติงาน

วิธีการฆ่าเชื้อ

สามารถแบ่งออกได้ตามวัตถุประสงค์หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. **การใช้สารเคมี** นิยมใช้กับการฆ่าเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ ห้องปฏิบัติการ เครื่องมืออุปกรณ์ในการเขี่ยเชื้อ โรงเปิดดอกเห็ด บางชนิดใช้กับคนหรือผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่

- อัลกอฮอล์ 70-95% สำหรับเช็ด ถู หรือแช่ 2-3 นาที
- สารประกอบประเภทคลอรีน เช่น คลอโรกซ์ (clorox) 10% : ไฮเตอร์
- การรมด้วยแก๊สพิษ เช่น ฟอรัมาลดีไฮด์ (formaldehyde) เตรียมโดยใช้ต่างทาบทิม

(KMnO₃) 1 ส่วน ทำปฏิกิริยากับฟอรัมาลีน (formaline) 2 ส่วน จะเกิดก๊าซขึ้น ใช้ฆ่าเชื้อในตู้เขี่ยเชื้อ

หรือในโรงเปิดดอกเห็ดในห้องเขี่ยเชื้อ สิ่งที่ต้องระวัง คือ ก๊าซนี้มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งคน เช่น ทำลายเยื่อปอด จมูก และสมอง ไม่ควรสูดดม เมื่อใช้รวมตู้ควรทิ้งไว้ 20-24 ชม. เพื่อให้ระเหยให้หมด

2. การใช้แสงอุลตราไวโอเลต (UV) เป็นรังสีที่ฆ่าเชื้อได้ เปิดหลอดไฟทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที หลอดราคาค่อนข้างแพง นิยมใช้กับตู้เขี่ยเชื้อ หรือในห้องปฏิบัติการเขี่ยเชื้อ ต้องระมัดระวังเพราะเป็นอันตรายต่อผิวหนังและส่วนต่างๆ ของร่างกาย

3. การใช้ความร้อนแห้ง ใช้กับภาชนะสิ่งของต่างๆ ทั้งประเภทโลหะ เช่น เข็มเขี่ยเชื้อ มีด ผ่าตัดเนื้อเยื่อ คีมคีบ ประเภทเครื่องแก้ว ได้แก่ จานแก้ว แท่งแก้ว ฯลฯ ใช้ความร้อนแห้งฆ่าเชื้อโดยใช้ตู้อบแห้ง (hot air oven) อุณหภูมิประมาณ 160-180 องศาเซลเซียส นาน 1.5-2 ชั่วโมง

สำหรับการฆ่าเชื้อที่เข็มเขี่ยและมีดผ่าตัด ใช้เปลวไฟ (direct flame) จากตะเกียงแอลกอฮอล์ของโลหะร้อนแดง

4. การใช้ความร้อนชื้นหรือไอน้ำร้อน (การนึ่ง) เป็นวิธีการปล่อยไอน้ำร้อนเข้าฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยการนึ่ง แบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่

การทำพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) เป็นการฆ่าเชื้อที่เป็นศัตรูต่อเห็ดรวมทั้งแมลงและสัตว์ โดยการใช้ไอน้ำร้อนในอาหารปุ๋ยหมักและก้อนเชื้อเห็ดโดยใช้หม้อนึ่งแบบต่างๆ เช่น 1) หม้อนึ่งแบบลูกทุ่งหรือหม้อนึ่งความดันแบบต่างๆ ใช้ความร้อน 80-100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง 2) หม้อนึ่งความดันจะใช้ความดันไอน้ำ 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 10 นาที การนึ่งโดยวิธีนี้จะกำจัดเชื้อราและแมลงศัตรูเห็ดบางส่วนได้แต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ เพราะใช้เวลานานและความร้อนน้อยกว่า

การทำสเตอริไลส์ (sterilization) เป็นการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อน สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ สิ่งมีชีวิตทั้งหมด รวมทั้งราและแบคทีเรีย ให้ตายทั้งหมดโดยสิ้นเชิง ปกติใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีขึ้นไป หากนึ่งในหลอดทดลอง (test tube) และหากมีขนาดใหญ่ เช่น ขวดแบน อาจต้องใช้เวลาประมาณ 25 นาที

หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

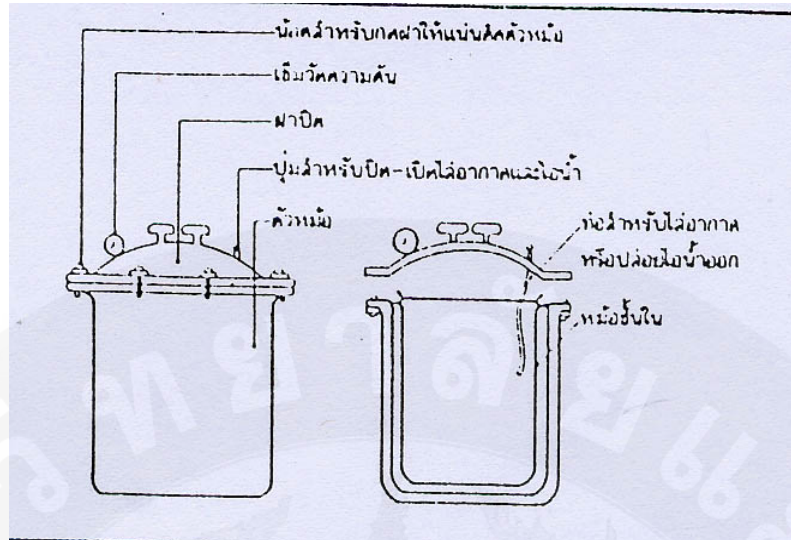
เป็นหม้อนึ่งที่อาศัยหลักความดันของอากาศ ทำให้เกิดความร้อนสูงกว่าอุณหภูมิจุดเดือด และสามารถทำลายสิ่งมีชีวิตทุกชนิดได้ ขึ้นอยู่กับการตั้งความดันหรืออุณหภูมิ หม้อนึ่งความดันมีหลายแบบแต่ละแบบมีหลักการทำงานคล้ายกัน แต่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานเพาะเห็ดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

ในการเตรียมอาหารบริสุทธิ์นั้น หม้อนึ่งความดันนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญชิ้นหนึ่งเพราะการเตรียมอาหารบริสุทธิ์สำหรับเลี้ยงเชื้อเห็ด จะต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ติดไปกับอาหารหรือ

ภาชนะบรรจุ ซึ่งในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์นั้นจะมีจุลินทรีย์ บางชนิดที่ไม่สามารถฆ่าให้ตายด้วยความร้อนของอุณหภูมิน้ำเดือดธรรมดา (อุณหภูมิน้ำเดือดที่ระดับน้ำทะเล 100 องศาเซลเซียส) ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุณหภูมิร้อนขึ้นที่อุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลาหนึ่งเท่านั้นจึงจะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นได้

หม้อหนึ่งความดันหากทำให้ภายในเป็นสุญญากาศด้วยการไล่อากาศภายในหม้อหนึ่งออกให้หมด และภายในหม้อหนึ่งมีน้ำเป็นตัวนำความร้อน เมื่อต้มความดันภายในหม้อจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนความดันถึงระดับ 1.2 กก.ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร หรือ 15 ปอนด์ต่อ 1 ตารางนิ้ว จะได้อุณหภูมิในหม้อหนึ่งประมาณ 120-125 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งสปอร์ได้ทุกชนิด

1. **หม้อหนึ่ง** ทำด้วยโลหะที่มีความทนทานต่อความดันและความร้อน โลหะที่นิยมมาก คือ อะลูมิเนียมผสมสแตนเลส และแผ่นเหล็กชนิดดี (carbon steel)
2. **ฝา** เป็นโลหะที่มีความทนทานต่อความดันและความร้อนได้ เช่นเดียวกับตัวหม้อ
3. **ปะเก็น** เป็นวัสดุทนร้อนใช้ป้องกันไอน้ำเล็ดลอดออกจากหม้อในขณะต้มโดยใส่ไว้ระหว่างรอยต่อของฝาหม้อกับตัวหม้อ ปะเก็นที่นิยมใช้ส่วนใหญ่ คือ เชือกทนร้อน หรือยาง แต่มีบางชนิดที่ฝาและตัวหม้อมีผิวที่สามารถปะกบกันได้สนิทโดยไม่ใช้ปะเก็น
4. **วาล์ว (valve)** ระบายไอน้ำ ปิด-เปิด ได้ เพื่อไล่อากาศในระยะแรก หรือเมื่อความดันเกินจุดที่ต้องการ
5. **วาล์วระบายไอน้ำอัตโนมัติ (safty valve)** เป็นวาล์วระบายไอน้ำอีกชนิดหนึ่งทำงานโดยมีสปริงที่สามารถทนร้อนในระดับที่ต้องการ หากความดันเกินสปริงนี้จะเปิดวาล์วโดยอัตโนมัติ เพื่อให้ความดันลดลงป้องกันการระเบิดของหม้อเมื่อความดันสูง วาล์วนี้จะมีสสารผสมตะกั่วอยู่และละลายได้เพื่อระบายอากาศ
6. **เครื่องวัดความดัน** เป็นเครื่องมือวัดความดันภายในหม้อ มีทั้งแบบอ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อพื้นที่ตารางเซนติเมตร และแบบปอนด์ต่อพื้นที่ตารางนิ้ว การอ่านค่าอุณหภูมิจะต้องไล่อากาศออกจากหม้อหนึ่งให้หมดก่อน จึงจะทราบค่าที่แท้จริงในขณะนั้น (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 ส่วนประกอบของหม้อนึ่งความดัน (autoclave)

หม้อนึ่งความดันบางเครื่อง อาจมีเครื่องวัดอุณหภูมิหรือเทอร์มิสเตอร์ติดประกบกับฝาหม้อนึ่ง เพื่อใช้อ่านค่าความร้อนในขณะนั้นได้

การทำให้เกิดความร้อนได้สูงจนสามารถกำจัดเชื้อได้ทั้งหมดมีหลักการสำคัญ คือ อากาศเป็นตัวนำความร้อนที่เร็วกว่าไอน้ำ จะต้องเปิดวาล์วให้มีการไล่อากาศออกจากภายในตัวหม้อนึ่งก่อน จนมีสภาพเป็นสุญญากาศ เหลือเฉพาะความดันที่ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ แล้วปิดวาล์วให้ความดันเพิ่มขึ้น ความดันจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น

ในตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิภายในหม้อนึ่ง จะพบว่าเมื่อความดันเพิ่มขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นตาม

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิของหม้อนึ่งในสภาพสุญญากาศ

ความดัน (lb/in ²)	อุณหภูมิ (°C)
0	100
5	109
10	115
15	121
20	126.5

วิธีการใช้หม้อนึ่งความดัน

1. เติมน้ำให้พอดีกับระยะเวลาที่จะใช้ สูงประมาณ 3-5 ซม.
2. นำวัสดุที่ต้องการฆ่าเชื้อวางบนตะแกรงในหม้อ
3. ปิดฝาหม้อโดยให้รอยขีดลูกศรบนฝาตรงกับขีดบนตัวหม้อ ซึ่งจะเป็นตำแหน่งที่ปิดได้สนิท
4. ช้อนนึ่งทุกตัวให้ตั้งเท่าๆ กัน แล้วขันให้แน่นที่ละคู่จนครบจะทำให้ฝาหม้อปิด
5. เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นถึง 5 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว เปิดวาล์วไต่อาภาศออกให้หมด เพื่อให้เกิดสูญญากาศและความร้อนจะสูงขึ้น
6. ให้ความร้อนไปเรื่อยๆ จนความดันถึงระดับ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เริ่มจับเวลาพร้อมกับรักษาความดันไว้ในระดับนี้ หากความดันสูงให้เปิดวาล์วระบายอาภาศออกบ้าง และหากลดน้อยกว่า 15 ปอนด์ ต้องเริ่มจับเวลาใหม่จนครบ 20 นาที
7. เมื่อครบระยะเวลาแล้ว ค่อยๆ ลดไฟลง ปล่อยให้เย็นลงช้าๆ หากปล่อยเร็ว ความดันในหม้อปรับตัวไม่ทัน อาจทำให้วัสดุประเภทขวด แก้ว หรือก้อนเชื้อแตกได้
8. ต้องตรวจสอบระดับน้ำในหม้อน้ำทุกครั้งที่จะนึ่ง

ปัจจุบัน นอกจากหม้อนึ่งความดันระบบการใช้ความร้อนจากแก๊สแล้ว ยังมีหม้อนึ่งแบบอัตโนมัติใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งให้ความร้อน สามารถตั้งเวลา อุณหภูมิหรือความดันได้

นอกจากนี้ ยังมีหม้อนึ่งความดันแบบดัดแปลงผลิตในประเทศมีราคาถูกกว่า และมีระบบการทำงานและอุปกรณ์เช่นเดียวกับแบบแรก แต่สามารถใช้เชื้อเห็ดได้มากกว่า สำหรับฟาร์มเห็ดขนาดใหญ่ อาจดัดแปลงเป็นหม้อนึ่งขนาดใหญ่หรือหม้อนึ่งสตีมซึ่งนึ่งก้อนเชื้อได้ครั้งละ 500-1000 ก้อน ส่วนความร้อนที่ใช้ทั้ง 2 แบบนี้ได้จากไม้ฟืน เตาฟู่ น้ำมันก๊าด และน้ำมันดีเซล

ในฟาร์มเห็ดขนาดเล็กทั่วไป นิยมใช้หม้อนึ่งชนิดดัดแปลงที่มีราคาถูกและมีคุณภาพใช้งานได้ดีคือการใช้หม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง

หม้อนึ่งลูกทุ่ง

ดัดแปลงจากถังใส่น้ำมันเครื่อง หรือถังจารบี ขนาดความจุ 200 ลิตร ตัดเอาฝาด้านบนออกแล้วทำฝาใหม่ให้ครอบพอดีกับปากถังเจาะรูไว้เพื่อระบายไอน้ำ 1 รู ใช้เข็มขัดโลหะรัดไว้ที่บริเวณปากถังเพื่อป้องกันไอน้ำรั่ว บริเวณก้นถังวางตะแกรงรองโดยทำให้สูงจากก้นถังประมาณ 4-5 นิ้ว ภายในข้างถังぶด้วยกระสอบป่านหรือถุงปูน เพื่อกันไม่ให้ถังก้นเห็ดละลายติดเมื่อได้รับความร้อน

หม้อนึ่งแบบนี้จะให้ความดันเพียง 8-10 ปอนด์ ความร้อนสูงประมาณ 100 องศาเซลเซียส จึงต้องใช้เวลานานกว่าหม้อนึ่งความดัน คือใช้เวลาหนึ่ง 2-3 ชั่วโมง เริ่มจับเวลาเมื่อมีไอน้ำพุ่งจากรูที่

เจาะไว้กลางฝา เมื่อไอน้ำพุ่งเป็นเส้นตรงให้เริ่มจับเวลาได้ เตาชนิดนี้ใช้พลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ชีกบ (เตาเศรษฐกิจ)

ข้อควรระวัง หม้อหนึ่งชนิดนี้ทนความดันไม่ดีนัก จึงต้องควบคุมความร้อนให้ดี มิฉะนั้นอาจเกิดการระเบิดขึ้นได้

การกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธีการต่างๆ ล้วนแต่มุ่งหมายเพื่อให้ได้เชื้อเห็ดบริสุทธิ์ อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ด การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ การทำหัวเชื้อเห็ด ตลอดจนเพื่อฆ่าเชื้อในวัสดุเพาะเห็ด ทุกขั้นตอนต้องคำนึงว่าต้องไม่เกิดสิ่งปนเปื้อนเข้ามาในกระบวนการที่จะก่อความเสียหายตามมา ซึ่งเป็นความสูญเปล่า ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนทั้งทรัพย์สินและเวลา หากผู้ปฏิบัติการยังมีความระมัดระวังในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์มากเท่าใด จะยิ่งพบความสำเร็จของการเริ่มต้นในการผลิตเห็ดมากขึ้นเท่านั้น

บทที่ 5

การแยกเชื้อเห็ดเพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

ก่อนที่จะกล่าวถึงวิธีการแยกเชื้อเห็ด ควรทำความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงเห็ดว่า เป็นวิธีการศึกษาสภาพในธรรมชาติของเห็ดแต่ละชนิดก่อน แล้วจึงนำเห็ดมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ได้ดัดแปลงให้เหมือนหรือใกล้เคียงกับสภาวะที่เห็ดชนิดนั้นต้องการ การจัดสภาพแวดล้อมได้แก่ การที่เราเห็นเห็ดหนูที่ขึ้นอยู่ในสภาพธรรมชาติตามท่อนไม้ผุและเปื่อยขึ้น เราจึงบรรจุเชื้อลงในท่อนไม้แล้วนำไปไว้ในโรงเรือนที่ขึ้นจัด เห็ดฟางจะขึ้นอยู่ตามอินทรีย์วัตถุและฟางที่เก่าผุพัง เราก็จะนำฟางมาทำให้ขึ้นมากๆ พร้อมใส่เชื้อลงไป สำหรับเห็ดแชมปิญอนั้นเจริญได้ดีบนอินทรีย์วัตถุที่ผุพังแบบปุ๋ยหมักในสภาพชื้นเย็น จึงจำเป็นต้องจัดสภาพเหล่านี้ให้กับเห็ดราอื่น ได้แก่ 1) ต้องกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการให้ลดน้อยลง พร้อมกับ 2) ใส่เชื้อที่ต้องการลงไปมากๆ

การแยกเชื้อเห็ดเพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ จะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และอาหารเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ ดังนี้

อุปกรณ์การเลี้ยงเชื้อเห็ด

1. สปอร์หรือดอกเห็ดที่สมบูรณ์
2. มีดผ่าตัดขนาดเล็ก
3. ตะเกียงอัลกอฮอล์
4. เข็มเขี่ยเชื้อขนาดยาว 18-20 เซนติเมตร ส่วนปลายมีด้ามจับ ส่วนปลายด้านตรงข้ามเป็นหลอดงอหักเป็นมุมฉากจากปลาย 5 มิลลิเมตร
5. ตู้เพาะเลี้ยงเชื้อ หรือห้องที่สะอาด สามารถปิดกันลมพัดถ่ายเทเข้าออกระหว่างที่ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ
6. อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเห็ด
7. จานแก้วมีฝาครอบ
8. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์นั้นจำเป็นต้องผสมวุ้นลงไปด้วย เพื่อทำหน้าที่พยุงเส้นใยให้เจริญบนผิว และให้ความชื้นในระหว่างการเจริญเติบโต นิยมใช้อาหารวุ้นพีดีเอ

การเตรียมอาหารวุ้น พีดีเอ

การเตรียมอาหารวุ้น พีดีเอ (PDA, Potato Dextrose Agar) มีส่วนผสมดังนี้

มันฝรั่งปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ	200 กรัม หรือ 10 ส่วน โดยปริมาตร
น้ำตาลเดกซ์โทรส หรือกลูโคส	20 กรัม หรือ 1 ส่วน
วุ้นผง	15-20 กรัม หรือ 1 ส่วน
น้ำกลั่น	1,000 มิลลิลิตร หรือ 50 ส่วน

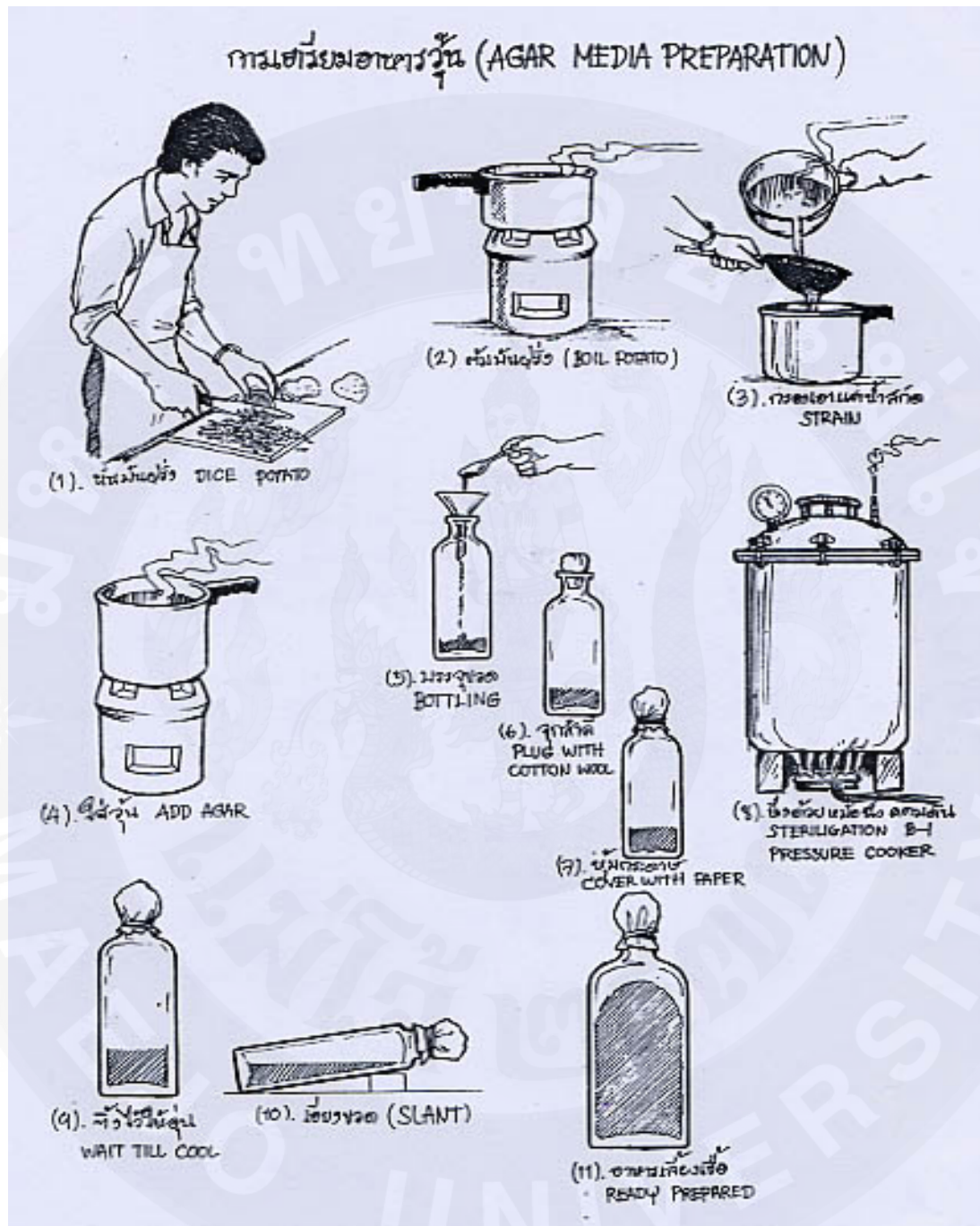
สำหรับมันฝรั่งอาจใช้ เมล็ดข้าว ผักต่างๆ ถั่วฝักยาว น้ำต้มผัก ฯลฯ แทน ข้อสำคัญวัสดุที่นำมาใช้เมื่อต้มไฟอ่อนๆ จะต้องไม่ขุ่น หรือเปื่อยละก่อน

วิธีการ

หั่นมันฝรั่งเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาดลูกเต๋า (1x1x1 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ซึ่งให้ได้น้ำหนัก 200 กรัม น้ำไปต้มกับไฟอ่อนๆ กับน้ำที่ตวงไว้ 1,200 ซีซี (1 ลิตร) นาน 20 นาที (หากใช้ไฟแรง จะทำให้น้ำต้มขุ่น) กรองเอาแต่น้ำใสมาใส่วุ้นผงที่ชั่งไว้ 15 กรัม ตั้งไฟอ่อน คอยคนตลอดเวลา จนกระทั่งวุ้นละลายจะใช้เวลาประมาณ 20 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของวุ้น

การละลายวุ้นต้องระวังอย่าให้ไหม้หรือวุ้นเดือดล้นออกนอกหม้อ ควรใช้หม้อตุ๋น 2 ชั้นจะช่วยป้องกันได้ เมื่อวุ้นละลายหมดแล้วใส่น้ำตาลที่ชั่งไว้ 20 กรัม คนให้น้ำตาลละลาย ยกจากเตา ใช้กระบอกลดแรง หากปริมาณยังไม่ถึง 1 ลิตร ให้เติมน้ำร้อนหรือน้ำอุ่นลงไปจนครบ 1 ลิตร แล้วคนให้ทั่ว

ควรวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้หย้าทดสอบหรือกระดาษทดสอบให้มี pH ประมาณ 5-6 ก่อนนำไปบรรจุในภาชนะที่เป็นแก้ว เช่น หลอดทดลอง หรือขวดแบน ระวังอย่าให้อาหารเป็นอวกหลุดหรือปากขวด เพราะเชื้อราในอากาศอาจจะเจริญลามลงไปภายในภาชนะได้ ควรบรรจุอาหารประมาณ 1/5 หรือ 1/4 ของภาชนะ แล้วปิดด้วยก้อนสำลีหุ้มด้วยกระดาษพอลวมๆ นำเข้าผ่านการฆ่าเชื้อต่อไป (ภาพที่ 5.1)



ภาพที่ 5.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์
ที่มา : อานนท์ (2523)

การเตรียมเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

การที่จะได้เชื้อเห็ดเพื่อนำมาเพาะเลี้ยง จะต้องใช้ความละเอียดในทุกขั้นตอน เพราะเห็ดมีการเจริญเติบโตเป็นเส้นใย เมื่อมีเส้นใยจำนวนมากรวมกันเป็นกลุ่มเส้นใยและเป็นกลุ่มก้อนจนพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด ดังนั้น การเพาะเห็ดจำเป็นต้องหาวิธีเพิ่มหรือเลี้ยงให้มีเส้นใยจำนวนมากจากเชื้อบริสุทธิ์ ซึ่งการเพาะเลี้ยงเห็ดสามารถดำเนินการได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การแยกเชื้อบริสุทธิ์ (mother mycelium)
2. การผลิตหัวเชื้อ (spawn หรือ mother spawn production)
3. การเพาะเห็ดให้ออกดอก
4. การเก็บเกี่ยว

การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์

การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ คือ การนำส่วนต่างๆ ของเห็ดมาเพาะเลี้ยง ได้แก่ การเพาะเลี้ยงสปอร์ (spore culture) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมวกเห็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อภายในก้านดอก

สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหมวกเห็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อภายในก้านดอก ถือว่าเป็นการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของเนื้อเห็ดสด หรือ tissue culture ซึ่งควรเป็นเนื้อเห็ดภายในดอกเห็ดที่ไม่อยู่ติดกับอากาศและเพาะเลี้ยงในอาหารผสมวุ้นซึ่งมีหลายสูตร เห็ดบางชนิดอาจต้องการอาหารที่แตกต่างไปจากสูตรที่นิยมใช้กัน เส้นใยจะเจริญออกมาจากเนื้อเยื่อที่นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้น ในขั้นนี้จึงเป็นการเพิ่มจำนวนเส้นใยซึ่งมีจำนวนไม่มากนักเพราะมีอาหารน้อยและจำกัด และเป็นการคัดเลือกเอาแต่เชื้อบริสุทธิ์ (คัดเลือกเฉพาะเส้นใยไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปนเปื้อน) และภายใน 5-7 วัน เส้นใยเห็ดจะเจริญเต็มภาชนะ การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จะต้องคัดเลือกดอกเห็ดที่สมบูรณ์ มีลักษณะที่ต้องการ เช่น ขนาด สี ฯลฯ ส่วนที่นำมาเพาะเลี้ยงให้เป็นเส้นใยบริสุทธิ์ที่นิยมมาก คือ จากสปอร์ จากเนื้อเยื่อครีบเห็ด และจากเนื้อเยื่อภายในก้านดอก

การเพาะเลี้ยงสปอร์สามารถทำได้ทั้งเพาะเลี้ยงสปอร์เดี่ยวและสปอร์ก้อน นิยมทำกันเฉพาะนักวิชาการที่ต้องการศึกษาสายพันธุ์เห็ดและการผสมพันธุ์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์โดยการแยกเลี้ยงสปอร์เดี่ยวบนอาหารวุ้น สำหรับเห็ดที่บอบบางและมีขนาดเล็กจะเพาะเลี้ยงจากสปอร์ได้ และถ้าไม่ต้องการให้แยกสายพันธุ์หรือต้องการให้มีดอกควรเพาะเลี้ยงสปอร์ก้อน เพื่อป้องกันเส้นใยเป็นหมัน

ส่วนการเพาะเลี้ยงจากครีบหมวกและก้านดอกเห็ดเป็นการเพิ่มปริมาณเส้นใย ซึ่งไม่มีโอกาสกลายพันธุ์หรือเป็นหมัน

1. การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จากสปอร์

สปอร์เห็ดเป็นเซลล์ๆ เดียวที่มีขนาดเล็กมาก การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จากสปอร์จะต้องจัดเตรียม 1) เครื่องมือดักสปอร์โดยใช้แท่งแก้วทาบเป็นมุมฉากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร 1 แท่ง วางในจานแก้วที่มีฝาครอบ 2) ตัดกระดาษให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็กๆ หรือเป็นแผ่นลูกปลาที่ตัดด้วยเครื่องเจาะกระดาษวางในจานแก้ว แล้วห่อจานแก้วด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ นำไปอบฆ่าเชื้อชนิดอื่นๆ หรือนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ เพื่อไม่ให้เชื้อชนิดอื่นก่อนนำไปดักจับสปอร์

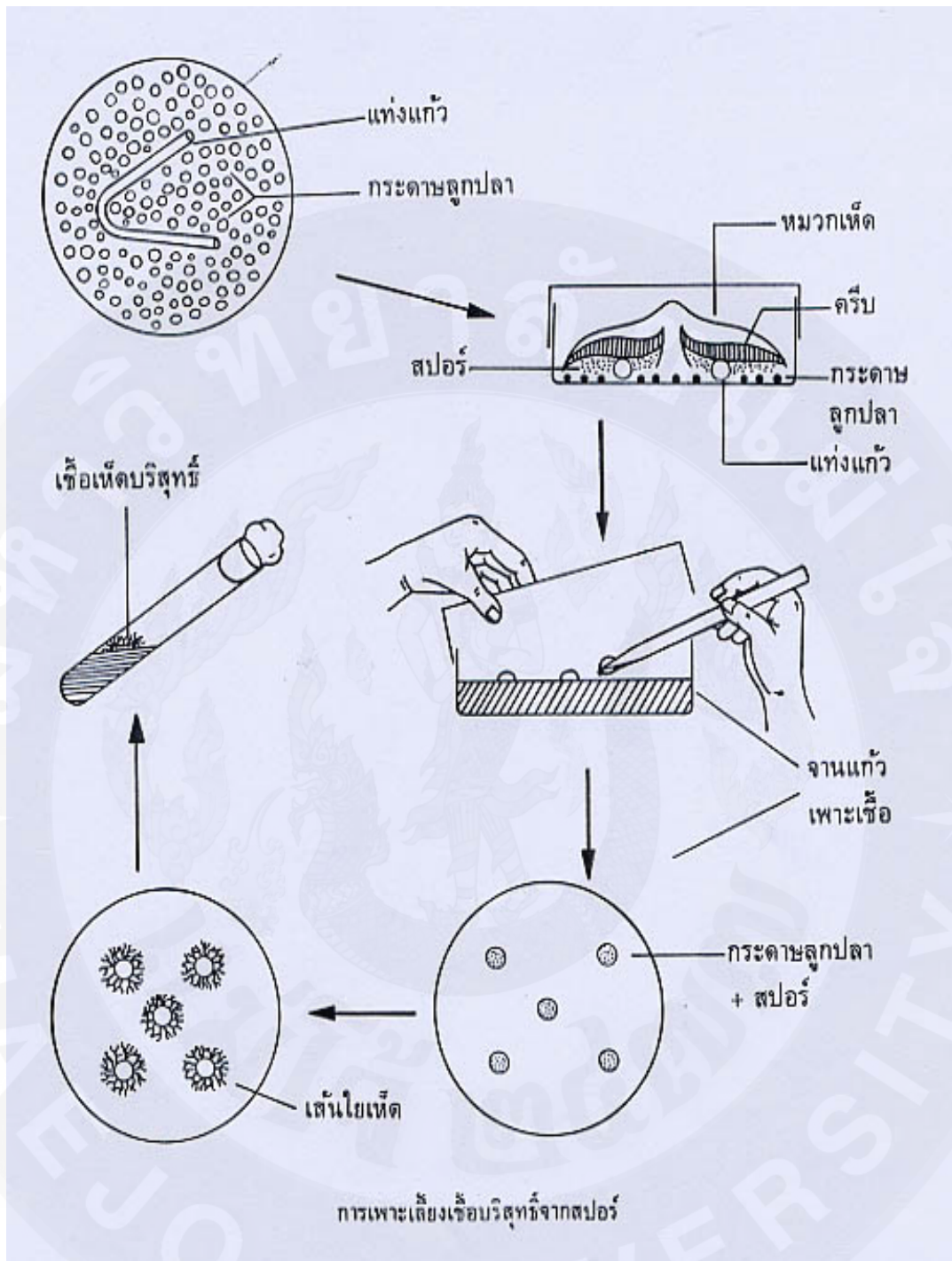
การฆ่าเชื้อด้วยวิธีอบแห้งต้องอบในตู้อบที่มีความร้อนสูงประมาณ 120-160 องศาเซลเซียส นาน 3-4 ชั่วโมง หรือหนึ่งในหม้อนึ่งความดันเช่นเดียวกับวิธีการในการเตรียมอาหารที่ได้กล่าวมาแล้ว

หลังการฆ่าเชื้อ นำเอาจานแก้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แกะกระดาษหุ้มจานแก้วออก ใช้ปลายเข็มเย็บเชื้อจุ่มอัลกอฮอล์ฆ่าเชื้อด้วยการลนไฟ แล้วแฉกจานแก้วให้เปิดออกเล็กน้อย ใช้เข็มเย็บชิ้นกระดาษให้เรียงกระดาษไม่ให้ซ้อนกัน ควรใช้กระดาษสีดำหรือสีขาวเพื่อสังเกตการตกของสปอร์ได้ง่าย

นำดอกเห็ดที่สมบูรณ์และมีลักษณะตามต้องการมา 1 ดอก ควรเป็นดอกที่บานใหม่ๆ มีหมวกเห็ดกางเต็มที่ และคัดเลือกเห็ดที่สะอาด ตัดก้านดอกเห็ดออกจากหมวก ใช้ปากคีบ คีบเอาหมวกเห็ดเข้าไปวางคว่ำบนแท่งแก้ว ให้ด้านที่มีครีบหมวกอยู่ด้านล่างเพื่อให้สปอร์ที่เกิดสองข้างของครีบหมวกมีโอกาสหล่นลงไปบนกระดาษชิ้นเล็กๆ ที่วางอยู่ในจานแก้ว ปิดฝาครอบแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 6 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย หรือสังเกตดูสีบนกระดาษ ถ้าสีเปลี่ยนเห็นได้ชัดเจนแสดงว่ามีสปอร์ตกมาก เพียงพอที่นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นได้ จึงคีบเอาหมวกเห็ดออกใช้เข็มเย็บเชื้อ หรือปากคีบที่ฆ่าเชื้อแล้วหยิบเอาแผ่นกระดาษชิ้นเล็กๆ ที่มีสปอร์ตกอยู่นำไปวางในจานแก้วที่มีอาหารบริสุทธิ์เพื่อเพาะเลี้ยงให้เป็นเส้นใยต่อไป

อาหารที่นำมาเพาะเลี้ยง คือ อาหารฟิโตเอที่เตรียมไว้ล่วงหน้า เมื่อจะใช้ให้นำมาละลายอีกครั้งหนึ่ง แล้วเทลงในจานแก้ว ที่มีฝาครอบ ก่อนเทควรตั้งทิ้งไว้ให้วุ้นเย็นลงเล็กน้อย เพื่อป้องกันไม่ให้มีไอน้ำระเหยไปจับบนฝาแก้ว เมื่อเทวุ้นแล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะคีบชิ้นกระดาษวางลงไป

สปอร์เห็ดเมื่อได้รับอาหารและความชื้นในจานแก้ว จะออกเป็นเส้นใยแผ่กระจายออกมาจากแผ่นชิ้นกระดาษออกไปที่ผิวอาหารวุ้น เมื่อเส้นใยเจริญออกมาจนพอควรก็เตรียมคัดเลือกเส้นใยที่ไม่มีเชื้ออื่นปน ถ่ายไปเก็บไว้ในหลอดแก้วอาหารผสมวุ้นที่เตรียมไว้ (ภาพที่ 5.2)

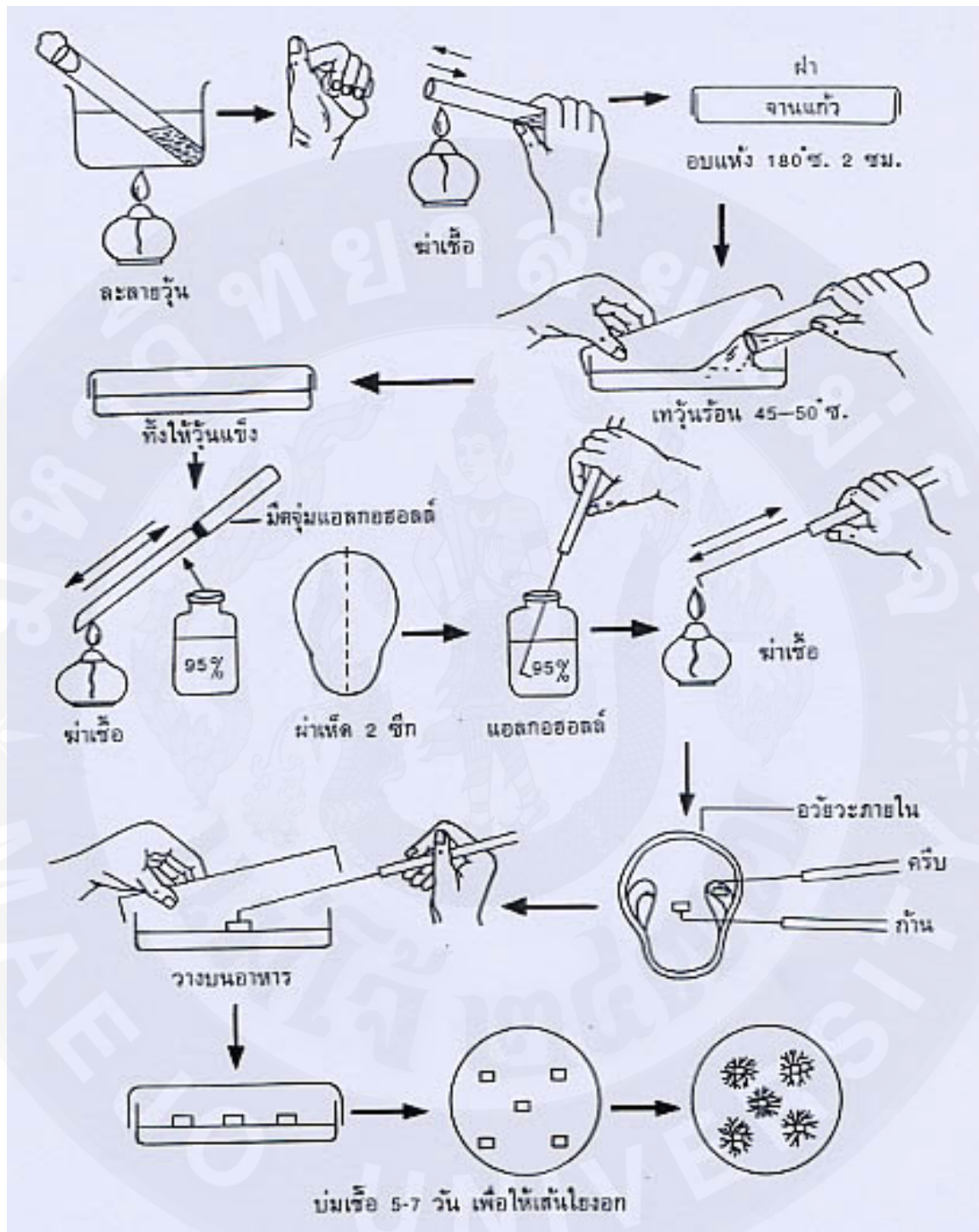


ภาพที่ 5.2 การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จากสปอร์
ที่มา : อนงค์ (2530)

2. การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จากครีบกเห็ด

วิธีการนี้ใช้กับเห็ดที่มีเปลือกหุ้มห่อเนื้อเยื่อภายในมิดชิดในระยะที่เป็นดอกอ่อน เช่น เห็ดฟาง ฯลฯ ครีบกเห็ดเป็นส่วนที่มีเนื้อเยื่ออบบาง เปราะ และฉีกขาดง่าย ครีบก 1 อัน สามารถตัดแบ่งเพาะเชื้อบริสุทธิ์ได้ 3-4 หลอด ขึ้นอยู่กับขนาดของครีบก วิธีการเลี้ยงสะดวกและง่าย โดยเลือกดอกเห็ดที่ขาวสะอาดและเปลือกหุ้มยังไม่แตกมา 1 ดอก ใช้มีดบางหรือมีดผ่าตัดจุ่มแอลกอฮอล์แล้วฉีกไฟผ่าเชื้อที่ติดมากับมีด พักมีดให้เย็นลงเล็กน้อย แล้วผ่าดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน การผ่าเห็ดไม่ควรหันแบบการใช้เลื่อย ให้หันตรงลงไป

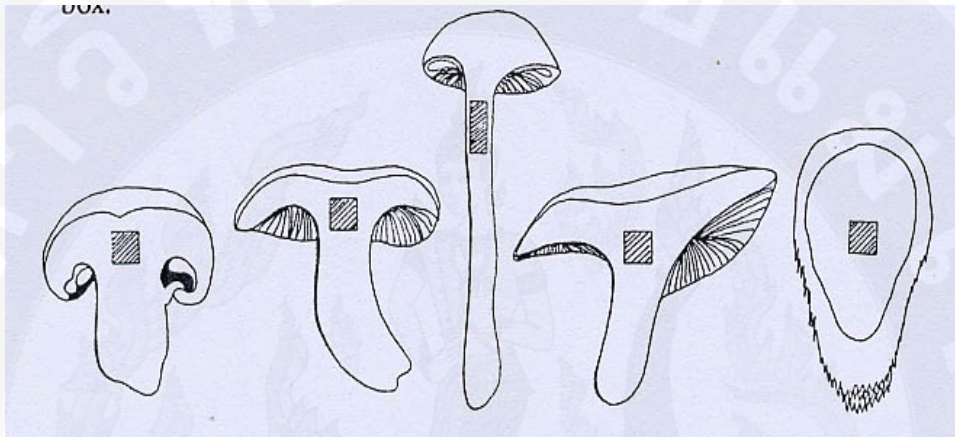
วางชิ้นเห็ดลงในจานแก้ว ใช้ปลายเข็มกรีดครีบกเห็ดให้ตัดขาดจากกันเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ขนาด 3 x 3 มิลลิเมตร ใช้ปลายเข็มจิกเอาแผ่นครีบกเห็ดไปวางในจานแก้วที่เทอาหารรูนไว้แล้ว บ่มจานเพาะเลี้ยงเชื้อไว้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 5-7 วัน เมื่อมีเส้นใยงอกออกมาพอสมควร จึงทำการถ่ายเชื้อจากจานแก้วไปเก็บไว้ในหลอดแก้วทดลอง สามารถใช้ครีบกเห็ดไปเพาะเลี้ยงทำหัวเชื้อโดยตรงเลยก็ได้ แต่ไม่สามารถจะทราบได้ว่าเชื้อที่เพาะขึ้นจะบริสุทธิ์หรือไม่ เพราะไม่ผ่านขั้นตอนการแยกเชื้อบริสุทธิ์ (ภาพที่ 5.3)



ภาพที่ 5.3 การเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์จากครีบหมวกและเนื้อเยื่อภายในก้านดอกเห็ด
ที่มา : อนงค์ (2530)

3. การเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จากเนื้อเยื่อภายในก้านดอก

วิธีนี้เหมาะสมสำหรับเห็ดที่มีก้านใหญ่ และเห็ดที่ไม่มีเปลือกหุ้มดอกอ่อน เช่น เห็ดตับเต่าขาว (เห็ดจั่นหรือเห็ดตีนแรด) เห็ดบางชนิดอาจมีก้านดอกใหญ่แต่อาจมีแมลงเข้าไปเจาะไชอยู่ข้างในซึ่งไม่ควรใช้วิธีนี้ นิยมทำกันมากในเห็ดฟางและเห็ดอื่นๆ เช่น เห็ดกระดุม เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เห็ดนางรม เห็ดหัวลิง เห็ดเป่าฮื้อ เห็ดตับเต่า และเห็ดตีนแรด เป็นต้น (ภาพที่ 5.4)



ภาพที่ 5.4 ตำแหน่งของเนื้อเยื่อภายในก้านดอกที่นำมาเพาะเลี้ยง จากซ้ายไปขวา
เห็ดกระดุม เห็ดหอม เห็ดเข็มทอง เห็ดนางรม และเห็ดหัวลิง
ที่มา : Oui (1991)

เมื่อคัดเลือกดอกเห็ดตามลักษณะที่ต้องการแล้ว นำมาวางในจานแก้ว ใช้มีดที่ฆ่าเชื้อแล้วผ่าเห็ดออกเป็น 2 ซีก นำเข็มเย็บเย็บฆ่าเชื้อแล้วกรีดเนื้อเห็ดตรงกลางก้านดอกออกเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วตักขึ้นถ่ายใส่จานอาหาร หรือหลอดอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อ ข้อควรระวังคือ **ความสะอาด** นั่นคือทุกครั้งต้องใช้เข็มเย็บเย็บที่สะอาดจริงๆ ภายหลังย้ายเนื้อเยื่อลงอาหารที่ดีแล้ว ควรเก็บไว้ในห้องที่สะอาด ปราศจากมดและแมลง ประมาณ 1 สัปดาห์ จะเห็นเส้นใยเห็ดสีขาวเจริญจากเนื้อเยื่อเห็ดที่นำไปใช้เป็นแม่เชื้อต่อไปได้ ถ้าเส้นใยเป็นสีอื่นหรือสีขาวขุ่นเยิ้ม แสดงว่ามีเชื้อราและแบคทีเรียปนเปื้อนเกิดขึ้น ควรจะทิ้งไป

การผลิตหัวเชื้อ

เส้นใยเห็ดในอาหารวุ้นนั้น เรียกว่า แม่เชื้อ (mother mycelium) ได้จากการเพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์ ไม่นิยมถ่ายไปเลี้ยงในวัสดุเพาะโดยตรง เพราะจะเกิดการปนเปื้อนสูง จะต้องผ่านการทำหัวเชื้อหรือเชื้อขยาย (spawn) ก่อน เพื่อให้มีปริมาณของเชื้อเห็ดมากพอที่จะถ่ายต่อไปยังวัสดุเพาะ ชนิดของหัวเชื้อที่นิยมใช้กันมากมี 2 ชนิด คือ หัวเชื้อเมล็ดธัญพืช และหัวเชื้อทำจากปุ๋ยหมัก

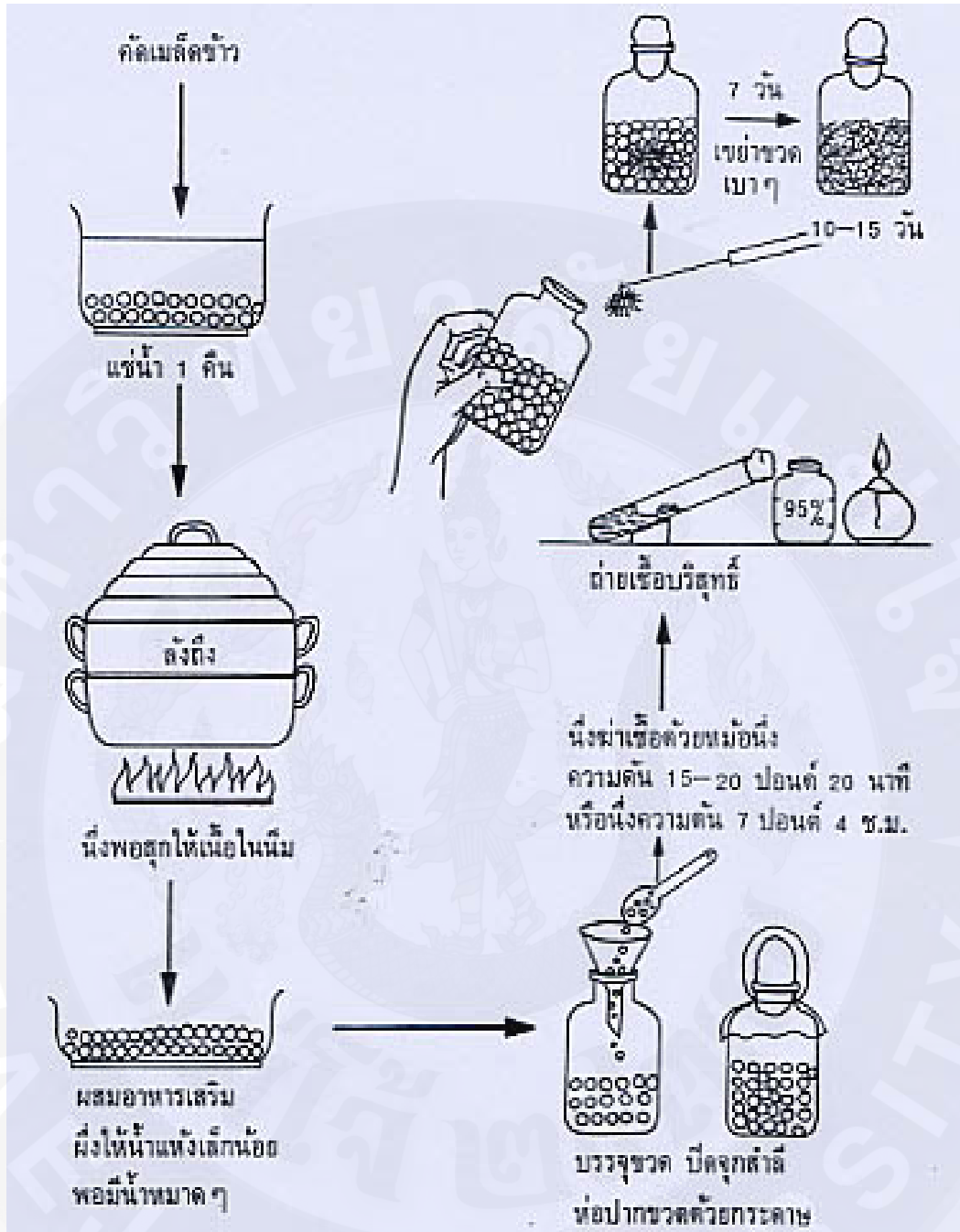
หัวเชื้อทำจากเมล็ดธัญพืชนิยมกันมากในการผลิตเห็ดหลายชนิด ส่วนหัวเชื้อทำจากปุ๋ยหมักนิยมใช้กับเห็ดฟาง

การผลิตหัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืช

ใช้เมล็ดธัญพืช เช่น เมล็ดข้าวฟ่าง เมล็ดข้าวสาลี เมล็ดข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ฯลฯ ปัจจุบันนิยมใช้เมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งมีวิธีการเตรียม ดังนี้คือ

นำเมล็ดข้าวฟ่างที่ไม่มีสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชทั้งโรคและแมลงตกค้างอยู่ และควรมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ โดยทดสอบอย่างง่าย ๆ คือ แช่ข้าวฟ่าง 100 เมล็ดไว้ในน้ำ 1 คืน หรืออาจทำหลายๆ ช้ำ นำมาห่อด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ที่พรมน้ำให้ชื้น เก็บไว้ในที่ๆ อากาศค่อนข้างร้อน แต่ต้องมีความชื้นสูง นาน 2-3 คืน แล้วตรวจนับจำนวนเมล็ดที่งอก หากมีสูงกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าใช้ได้ นำมาแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างอ่อนตัวลง จากนั้นนำไปต้มไฟปานกลาง ในขณะที่ต้มควรจะคนด้วยเพื่อให้เมล็ดข้าวสุกอย่างสม่ำเสมอ ใช้เวลาประมาณ 15 นาที หลังจากนั้นน้ำเดือด เมื่อปิดหรือกดเมล็ดให้แตกจะเห็นเนื้อแป้งของเมล็ดรอบนอกใส ส่วนภายในของเมล็ดครึ่งหนึ่งยังขาวขุ่นเป็นแป้งอยู่ก็ใช้ได้ นำขึ้นสรงให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรง เมื่อเย็นกรอกใส่ขวดแบนประมาณหนึ่งในสองหรือสามของขวดแล้วปิดจุกสำลี นำไปนึ่งหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

จากนั้นตัดเชื้อบริสุทธิ์ที่เพาะเลี้ยงบนวุ้นขนาด 0.5 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่เชื้อเห็ดลงไปกลางขวด การใส่เชื้อบริสุทธิ์จะต้องปฏิบัติอย่างระมัดระวังในห้องสะอาด ใช้หลักการเชื้อเชื้อบริสุทธิ์เข้าช่วย เมื่อเชื้อบริสุทธิ์ลงไปแล้วนำไปบ่มในห้องบ่มเชื้อ 10-15 วัน เชื้อจะเดินเต็มขวด พร้อมทั้งจะนำไปใส่ในวัสดุที่ใช้เพาะให้เป็นดอกเห็ด หัวเชื้อที่ได้ไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 2 เดือน เพราะเชื้อเห็ดจะแก่เกินไป ควรใช้ภายใน 1 สัปดาห์หลังจากที่เชื้อเดินเต็มวัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อแล้ว หัวเชื้อ 1 ขวดแบนสามารถนำไปเชื้อเชื้อได้ 50-60 ถุง (ภาพที่ 5.5)



ภาพที่ 5.5 การผลิตหัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืช
ที่มา : อนงค์ (2530)

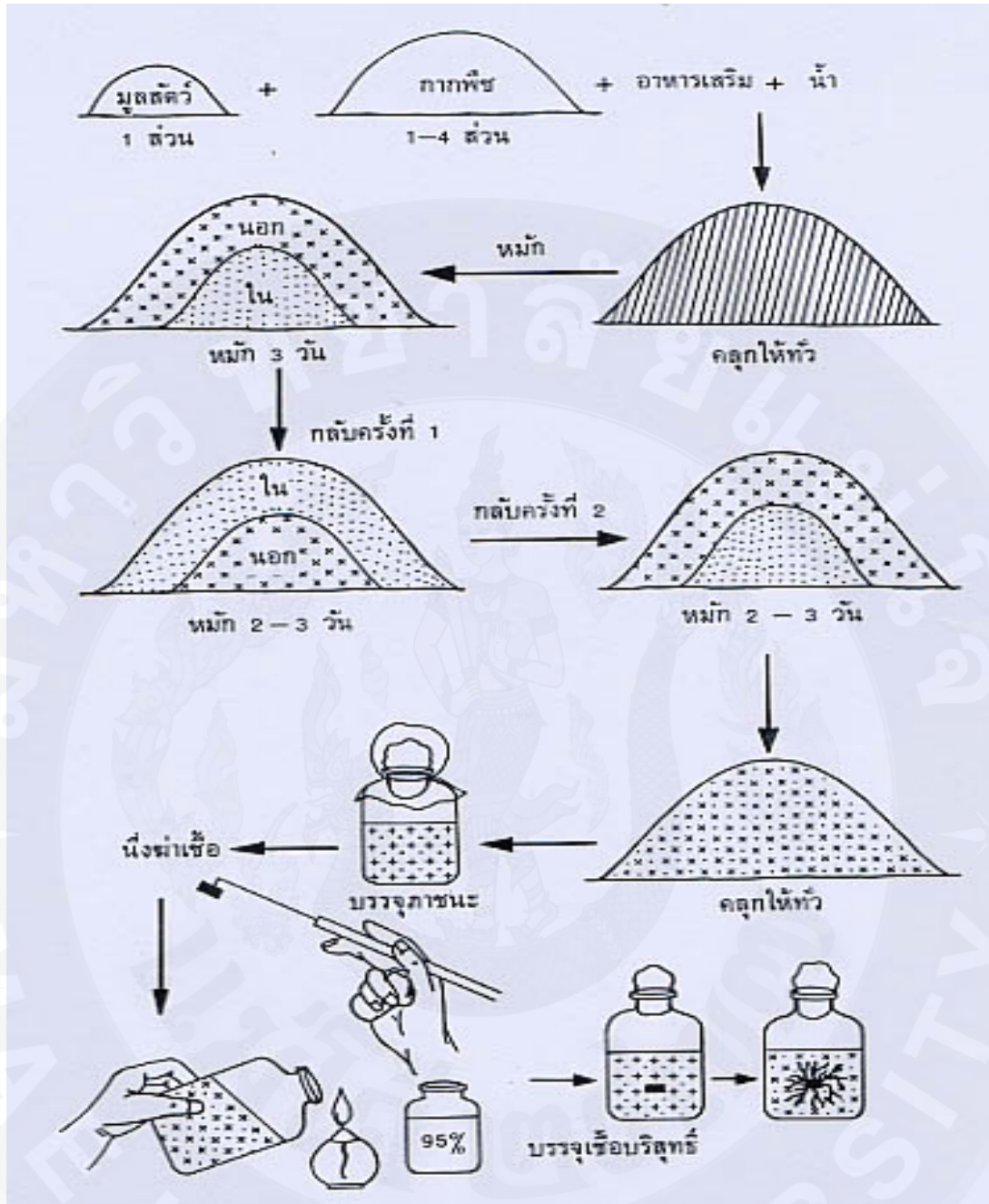
การผลิตหัวเชื้อจากปุ๋ยหมัก

วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อคือ วัสดุเหลือใช้จากการเกษตร (agricultural waste) เช่น ฟางข้าว กากถั่ว ชีเลื่อย เปลือกเมล็ดบัว ช้างข้าวโพดปน ไล่นุ่น ขุยมะพร้าว ผักตบชวาแห้ง ฯลฯ วัสดุเหล่านี้ ต้องเติมอาหารเสริมเพื่อให้มีอาหารที่ช่วยให้เชื้อเห็ดเจริญเติบโตเร็ว เช่น รำข้าว แป้งข้าวเจ้า ข้าว

เหนียว หรือปุ๋ยเคมี ฯลฯ วัสดุบางชนิดจะต้องหมักให้เปื่อยเสียก่อน เช่น หัวเชื้อเห็ดฟาง ส่วนมากนิยมทำจากปุ๋ยหมัก ใช้เปลือกบัวผสมขี้ม้า โดยหมักเปลือกบัวจนเปื่อย

การหมักจะต้องกลับปุ๋ยบ่อย ๆ เพื่อให้ปุ๋ยเปื่อยเร็วและใส่อาหารเสริมลงไปด้วย การหมักจะใช้เวลา 3-4 อาทิตย์ แล้วบรรจุลงถุงพลาสติกหรือขวดปากกว้าง หรือกระป๋องที่สะอาด เพื่อนำไปนึ่งฆ่าเชื้อก่อนที่จะใส่เชื้อบริสุทธิ์ การบรรจุปุ๋ยหมักลงในภาชนะสูง 3 ใน 4 ของภาชนะนั้นต้องให้แน่นพอควรโดยใช้มือกด และทำช่องว่างตรงกลาง โดยเจาะให้เป็นรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตรลึกประมาณ 2/3 ของถุง เพื่อเตรียมหยอดเชื้อบริสุทธิ์ที่จะขยายต่อไป

ปัจจุบัน การทำหัวเชื้อนิยมใช้หม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง โดยบรรจุปุ๋ยหมักในถุงหรือกระป๋องในหม้อนึ่งซึ่งต้องใช้เวลาหนึ่งนานไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง การเชื้อบริสุทธิ์จากอาหารร่วน ควรทำในสถานที่สำหรับเชื้อ โดยให้เทคนิคปราศจากเชื้อ พยายามเปิดฝาขวด หรือกระป๋องให้น้อยครั้งและปิดฝาให้เร็วที่สุด ควรนำภาชนะที่ผ่านการเชื้อไปเก็บในห้องบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 34-36 องศาเซลเซียส นานประมาณ 7-10 วัน เส้นใยจะเจริญเต็มปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้เพาะให้เป็นดอกเห็ดได้ หัวเชื้อขนาดบรรจุ 450 กรัม สามารถนำไปต่อได้ 25-40 กระป๋องหรือถุง (ภาพที่ 5.6)



ภาพที่ 5.6 การผลิตหัวเชื้อจากปุ๋ยหมัก
ที่มา : อนงค์ (2530)

บทที่ 6

การทำปุ๋ยหมักเพาะเห็ด

ปุ๋ยหมัก หมายถึง การนำวัสดุต่างๆ ที่เป็นวัสดุเหลือใช้ในการเกษตร เช่น ฟาง ชี้น้ำ ต้นถั่ว ไล่นุ่น ผักตบชวา หญ้าแห้ง ฯลฯ ผสมกับมูลสัตว์แห้งที่ได้จากไก่ สุกร ม้า ฯลฯ เพิ่มปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เช่น ยูเรีย และวัสดุอื่น เช่น ปูนขาว ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน ร่อนจนกระทั่งวัสดุเหล่านี้เริ่มสลายตัวโดยจุลินทรีย์แล้วนำวัสดุที่เรียกว่าปุ๋ยหมักมาใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดเพื่อให้เส้นใยของเห็ดจากหัวเชื้อใช้อาหารจากปุ๋ยหมักนี้เจริญเติบโตเป็นดอกเห็ดต่อไป

วัสดุหลัก

วัสดุหลัก (vegetable-base material) ที่ใช้ ได้แก่ ฟางข้าว ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินซึ่งเห็ดจะใช้นี้ระหว่างเส้นใยเดินและในระยะออกดอกโดยจะใช้น้ำของน้ำตาลซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลเล็ก

การนำฟางข้าวไปแช่น้ำจะมีความชื้นเกิดขึ้น จุลินทรีย์จำนวนมากจะเกิดขึ้นและทำหน้าที่ย่อยสลายฟางข้าว ชานอ้อย หรือวัสดุอื่นให้มีลักษณะนิ่มลง เรียกว่า การหมักแบบใช้อากาศ (compost aerobic condition)

อาหารสำหรับกระตุ้นให้เกิดการหมัก

อาหารสำหรับกระตุ้นให้เกิดการหมัก (supplements for activating fermentation) เป็นกลุ่มของสารอาหารสำหรับกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์เพื่อให้เกิดการหมักดียิ่งขึ้น ได้แก่

ปุ๋ยคอก มูลสัตว์หลายชนิด เช่น มูลม้า มูลไก่ และมูลแกะ ใช้ผสมในปุ๋ยหมักได้ ปุ๋ยคอกเหล่านี้จะเป็นแหล่งของไนโตรเจนแก่ปุ๋ยหมัก

สารอาหาร เป็นอาหารแก่จุลินทรีย์ เช่น กากน้ำตาล แอมโมเนียมซัลเฟต แคลเซียม แอมโมเนียมไนเตรท และยูเรีย เป็นต้น

อาหารเสริม เป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน ได้แก่ อาหารสัตว์ น้ำมันพืช รำข้าว และขี้ข้าวโพดบด

ธาตุอาหาร เพื่อให้ขบวนการหมักเป็นไปโดยสมบูรณ์ ธาตุอาหารเหล่านี้ได้จากการเติมปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เช่น โพแทส ซุปเปอร์ฟอสเฟต ธาตุอาหารรอง (trace element) ยิปซัม และดีเกลือ เป็นต้น

หลังจากผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อปุ๋ยหมักแล้ว จุลินทรีย์เหล่านี้จะตายและกลายเป็นอาหารของเห็ดต่อไป แต่ในระหว่างการหมักที่มีอุณหภูมิสูงจะพบจุลินทรีย์พวก thermophilic microorganism จำนวนมากมาย จุลินทรีย์เหล่านี้จะสังเคราะห์วิตามิน เอ็นไซม์ โปรตีน และกรดอะมิโน เพื่อเป็นอาหารให้กับเห็ด อุณหภูมิของกองปุ๋ยหมักจะอยู่ในช่วง 50-70 องศาเซลเซียส ฟางข้าวที่นำมากองเพื่อหมักปุ๋ยจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายให้มีขนาดของโมเลกุลเล็กลงเป็นน้ำตาลกลูโคส ฟรุคโตส เป็นต้น

ก่อนที่จะเห็ดจะใช้ปุ๋ยคอกเป็นอาหารนั้น ปุ๋ยคอกซึ่งมีปัสสาวะปนอยู่ด้วย และอยู่ในรูปของยูเรีย จะถูกแบคทีเรียทำปฏิกิริยา ammonifying กลายเป็นแอมโมเนีย ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับ CO_2 และ H_2O ได้เป็น ammonium carbonate ที่ไม่อยู่ตัว เมื่อมีความร้อนจะปลดปล่อยแอมโมเนียออกมา ดังนั้น เมื่ออยู่ในใกล้กองปุ๋ยหมักจะได้กลิ่นของแอมโมเนีย

แบคทีเรียที่พบเสมอในกองปุ๋ยหมัก เช่น *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. และ *Cellulomonas* spp. ซึ่งเป็นพวกที่มี cellulolytic enzyme สูงสามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ดี

เชื้อราที่พบในกองปุ๋ยหมักส่วนใหญ่เป็น thermophilic fungi สามารถย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินได้ เช่น *Humicola* spp., *Cladosporium* spp., *Aureobasidium pullulans* และ *Altrenaria* spp. มักพบใน 2 วันแรกของการหมักปุ๋ย

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลต่อปฏิกิริยาของเชื้อรา ดังนี้

เมื่ออุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นประมาณ 45 องศาเซลเซียส พวก *Mucor* spp., *Absidia ramosa* และ *Aspergillus* sp. จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น

เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 50 องศาเซลเซียส จะมีราที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลสมากขึ้น เช่น *Humicola* spp., *Chaetomium* sp. และ *Falaomyces* sp. เป็นต้น

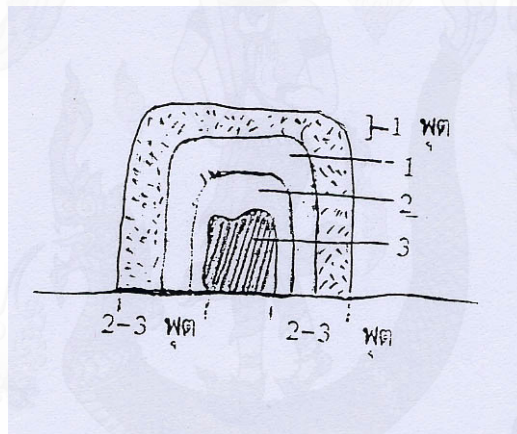
เมื่ออุณหภูมิปุ๋ยหมักสูงถึง 70 องศาเซลเซียส หากมีการหมักต่อไป กองปุ๋ยหมักจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดจากแบคทีเรียและรา และที่อุณหภูมินี้เชื้อราจะตาย จากนั้นอุณหภูมิภายในปุ๋ยหมักจะลดลง มักจะพบเห็ดราพวกเห็ดขี้ม้าหรือเห็ดน้ำหมึก (*Coprinus* sp.) เจริญขึ้น ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าปุ๋ยหมักนั้นพร้อมจะผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเพื่อเพาะเห็ดได้แล้ว

จุลินทรีย์อีกพวกหนึ่งที่มีบทบาทมากในการหมักปุ๋ยคือ actinomycetes เนื่องจากชอบอุณหภูมิสูง แต่มีความสามารถในการย่อยเซลลูโลสต่ำกว่ารา actinomycetes เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะคล้ายทั้งราและแบคทีเรีย แต่การเจริญเติบโตช้ากว่าจึงมักพบในช่วงหลังๆ ของการหมักปุ๋ย เนื่องจากจุลินทรีย์นี้มีขนาดเล็กและมีเส้นใยที่เล็กกว่ารา จึงสามารถที่จะเจริญในวัสดุที่นำมาหมัก

จำพวกซีเลื่อยหรือกระดาษได้ดีกว่า และที่สำคัญคือ สามารถสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiotics) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกอื่นได้ หลังจากการนึ่งฆ่าเชื้อปุ๋ยหมักแล้ว เมื่อมีการเย็บเชื้อเห็ดลงไปปุ๋ยหมักจึงมีโอกาสปนเปื้อนจากเชื้ออื่นน้อยกว่าวัสดุอื่นๆ ซึ่งไม่ผ่านการหมัก เช่น ซีเลื่อย และขี้วัวโพดบด เป็นต้น

การสลายตัวของวัสดุที่นำมาหมักเพื่อเพาะเห็ด

เมื่อมีการหมักปุ๋ย อัตราการสลายตัวของปุ๋ยหมักจะขึ้นอยู่กับ ขนาดและรูปร่างของกองปุ๋ย ปริมาณของน้ำในกองปุ๋ยไม่ควรจะมาก จำนวนครั้งของการกลับกองปุ๋ย ช่วงระยะเวลาที่กลับกองปุ๋ย และปริมาณจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมักจะมีหลายชั้น แต่ละชั้นจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของอากาศ อุณหภูมิ และ pH ที่ต่างกัน (ภาพที่ 6.1)



ภาพที่ 6.1 ชั้นต่างๆ ของกองปุ๋ยหมัก เมื่อมีการหมัก

เขตที่ขาด O_2 จะห่างจากยอดลงไปประมาณ 1 ฟุต ห่างจากด้านข้างกอง 2-3 ฟุต ไม่ว่าจะมีขนาดของกองใหญ่เพียงใดก็ตาม ส่วนลึกด้านในจะไม่มี O_2 ปริมาณของ O_2 ที่ไม่เท่ากันในกองนี้เอง จึงมีจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในกองปุ๋ย 2 ชนิด คือ

1. Aerobic microorganism เป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการ O_2 เพื่อการเจริญเติบโต ได้แก่ รา แบคทีเรีย แอคติโนมัยสิท พวก aerobe จะหมักและย่อยคาร์โบไฮเดรตเกือบหมด แล้วคาย CO_2 และน้ำออกมามาก การหมักโดย พวก aerobe จะทำให้เกิดความร้อนในกองปุ๋ยหมักมาก

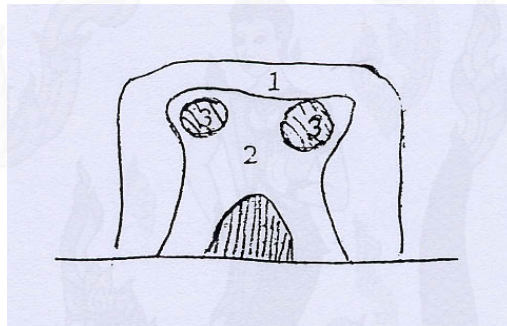
2. Anaerobic microorganism ส่วนมากเป็นจุลินทรีย์ซึ่งจะใช้ O_2 จนหมดแล้วจึงมีการคาย CO_2 ออกมาเป็นปริมาณสูง ดังนั้น ในกองปุ๋ยหมักจึงแบ่งออกเป็น 2 เขต ตามชนิดของจุลินทรีย์

พวก anaerobe จะย่อยคาร์โบไฮเดรตได้บางส่วน หลังจากการย่อยจะได้กรดอินทรีย์บางชนิด ขบวนการสลายตัวที่ไม่สมบูรณ์จึงเกิดความร้อนน้อย ปุ๋ยหมักตรงใจกลางจึงไม่เหมาะต่อการเพาะเห็ด

การกระจายของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมัก

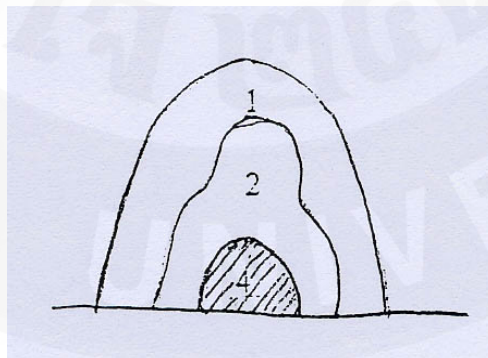
ถ้ากองปุ๋ยแบบสี่เหลี่ยมจะแบ่งอุณหภูมิของปุ๋ยออกเป็น 4 เขต ดังนี้ (ภาพที่ 6.2)

- เขต 1 มีอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส
- 2 มีอุณหภูมิ 48-60 องศาเซลเซียส
- 3 มีอุณหภูมิ 65-76 องศาเซลเซียส
- 4 มีอุณหภูมิ 38-48 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6.2 การกระจายของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักแบบสี่เหลี่ยม

หากกองปุ๋ยหมักแบบรูปฟาชี จะมีเขต 2 มากกว่าแบบสี่เหลี่ยม และไม่มีเขต 3 อยู่เลย การกองปุ๋ยแบบนี้จึงกำจัดเขต 3 ออกไปได้ เขต 2 เป็นบริเวณที่เหมาะสมในการหมักปุ๋ย ส่วนเขต 4 จะเป็นเขต anaerobe ซึ่งเป็นเขตที่มีความร้อนน้อย (ภาพที่ 6.3)



ภาพที่ 6.3 การกระจายของอุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักแบบฟาชี

การกองปุ๋ยหมักแบบฝาชีจะมีการกระจายอากาศได้ดีกว่าแบบสไลล์เลียม คุณหมุมของกองปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและการระบายอากาศของกองปุ๋ย

ความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ย

ความเป็นกรด-ด่างของกองปุ๋ยจะขึ้นอยู่กับกระบวนการระบายอากาศของกองปุ๋ยด้วย ถ้ามีการระบายอากาศไม่ดี มี aerobe จะมีสร้างกรดอินทรีย์มาก pH มักจะเป็นกรด (5-6.6) ในเขตที่เป็น aerobe ซึ่งมีการหมักปุ๋ยที่สมบูรณ์จะมี pH ประมาณ 8-8.5

ข้อแตกต่างการหมักแบบ Aerobe fermentation กับ Anaerobe fermentation

การหมักแบบ Aerobic fermentation

ใช้ฟางซึ่งมีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสเป็นส่วนใหญ่ และจะย่อยคาร์โบไฮเดรตให้กลายเป็น CO_2 และน้ำได้น้อย ส่วนใหญ่จะได้ก๊าซไนโตรเจน มีเทน และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น acetic acid, butyric acid และ lactic acid ส่วน aerobic fermentation จะช่วยย่อยคาร์โบไฮเดรตได้ CO_2 , น้ำ และความร้อน

การหมักแบบ Anaerobic fermentation

จะมีความร้อนน้อยกว่าการหมักแบบ aerobic และมี pH ต่ำกว่าด้วยเนื่องจากมีปริมาณของกรดอินทรีย์มากกว่า ดังนั้นถ้ามีการกลับกองปุ๋ยเอาด้านในออกมาไว้ด้านนอก ปุ๋ยหมักที่อยู่ในกองจะมีคุณภาพต่ำ และมีกลิ่นเหม็น เนื่องจาก hydrogen sulfide และ amines บางชนิดอีกด้วย สารเหล่านี้เป็นพิษต่อเห็ด

ถ้ามีการกลับกองปุ๋ย กรดอินทรีย์จะถูกจุลินทรีย์พวก aerobe ย่อยสลายต่อไป ทำให้ใช้สารอาหารนั้นได้ นอกจากนี้แอมโมเนียบางส่วนจะถูกจุลินทรีย์ aerobe นำไปสร้างเป็นโปรตีนเพื่อเป็นอาหารสำหรับเห็ดต่อไป

การหมักปุ๋ย

วัสดุที่นำมาเพาะจะมีอาหารของเห็ดมากพอสมควรแล้ว เห็ดบางชนิดมีความสามารถในการย่อยอาหารได้เองจึงไม่จำเป็นต้องหมัก ส่วนใหญ่จะเป็นเห็ดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เห็ดนางฟ้า นางรม และเห็ดหูหนู เป็นต้น ส่วนเห็ดที่ไม่สามารถย่อยสลายอาหารเห็ดในรูปสารประกอบเชิงซ้อน เช่น ลิกนินและโปรตีนในวัสดุเพาะนั้น จำเป็นที่จะช่วยย่อยอาหารเห็ดในรูปแบบที่ง่ายต่อการที่เห็ดนำไปใช้ได้ เช่น เปลี่ยนเป็นน้ำตาล หรือกรดอะมิโนเสียก่อน

การใช้สารเคมีหรือความร้อนอาจช่วยได้ แต่สารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าวมีมากมายหลายรูป จึงเป็นเรื่องยากและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และยังมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ด จึงต้องอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ที่ประกอบด้วยแบคทีเรีย รา และแอคติโนมัยสิท ที่มีอยู่ในบรรยากาศ น้ำ และวัสดุเพาะ ช่วยย่อยสลายอาหารในรูปสารประกอบเชิงซ้อนเป็นรูปที่ง่ายต่อการนำไปใช้ของเห็ด โดยการปรับสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสมให้แก่จุลินทรีย์ ซึ่งจะผ่าน 2 ขบวนการ คือ ขบวนการหมักที่ไม่ต้องการอากาศ และขบวนการหมักที่ต้องการอากาศ ทั้ง 2 ขบวนการจะเป็นขบวนการหมักต่อเนื่อง ขบวนการหมักในช่วงหลัง คือขบวนการหมักที่ต้องการอากาศนั้น สามารถลดช่วงระยะเวลาให้สั้นลงได้เร็วขึ้น โดยปรับสภาพแวดล้อมตามความต้องการของเชื้อราและแอคติโนมัยสิท นอกจากจะเป็นการย่นระยะเวลาและลดการสูญเสียอาหารจากคู่แข่งชั้นของเชื้อเห็ดแล้ว ยังช่วยจำกัดแมลงศัตรูของเห็ดได้อีกด้วย

การลดช่วงระยะเวลาให้สั้นลงได้เร็ว ทำได้โดยหลังการหมักปุ๋ยแบบไม่ต้องการอากาศแล้ว ให้ขนย้ายไปไว้ในห้องควบคุมสภาพแวดล้อมโดยไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการที่ 2 จากนั้นให้พ่นอากาศบริสุทธิ์เข้าไปโดยใช้พัดลม ปรับอุณหภูมิด้วยการพ่นไอน้ำให้มีอุณหภูมิระหว่าง 48-55 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง จะเห็นเส้นใยราสีขาวปกคลุมทั้งหมด หากเพิ่มอุณหภูมิขึ้นชั่วโมงละ 1-2 องศาเซลเซียส เชื้อราที่เกิดขึ้นจะค่อย ๆ ตายไป ในขณะเดียวกันเชื้อแอคติโนมัยสิทที่มีลักษณะคล้ายผงฝุ่นสีขาวจะเกิดขึ้นแทน

ต่อมาอีกประมาณ 6-8 ชั่วโมง จะมีอุณหภูมิในห้องประมาณ 65-68 องศาเซลเซียส เป็นระดับความร้อนที่ทำลายไข่ของแมลง เช่น หนอนและไรได้ ในระยะนี้ธาตุอาหารต่าง ๆ จะถูกสลายออกมาอยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ได้ ให้ลดอุณหภูมิลงจนกระทั่งอุ่นหรือเย็น การลดอุณหภูมิจะทำให้แอคติโนมัยสิทหมดประสิทธิภาพลงและตายไปในที่สุด รายละเอียดจะได้กล่าวถึงในการเพาะเลี้ยงเห็ดแต่ละชนิดต่อไป

บทที่ 7

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและพัฒนาเป็นดอกเห็ด

การเพาะเลี้ยงเห็ดเพื่อเป็นการค้าตั้งแต่การเริ่มต้นโดยการแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ การผลิตหัวเชื้อ การเลี้ยงเชื้อบนวัสดุเพาะ ไปจนถึงการทำให้เกิดดอกเห็ดและการเก็บเกี่ยวผลผลิต สิ่งสำคัญในการดำเนินการทุกขั้นตอนที่กล่าวมานั้น คือ ขั้นตอนในการดูแลรักษาโดยจัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อการเจริญและพัฒนาเป็นดอกเห็ดเพื่อการเก็บเกี่ยว สามารถแยกเรื่องต่าง ๆ เหล่านี้ออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม
2. ปัญหาจากโรคแมลงศัตรูเห็ด
3. การเก็บเกี่ยว
4. การลดมลภาวะที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงเห็ด

การจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เป้าหมายในการเพาะเลี้ยงเห็ดคือการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เป็นดอกเห็ด หากไม่มีการจัดการปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแล้ว จะทำให้เกิดความล้มเหลวในกระบวนการผลิตขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการผลิต การจัดสภาพแวดล้อมอย่างเหมาะสมควรคำนึงถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ถือว่าเป็นปัจจัยของสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

วัสดุที่ใช้เพาะ

เห็ดแต่ละชนิดใช้วัสดุเพาะ (medium หรือ substrate) ต่างกัน เช่น เห็ดที่เจริญบนท่อนไม้ผุ ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดมะม่วง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดขอน และเห็ดครง จะใช้ไม้หรือผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นวัสดุเพาะ เช่น ขี้เลื่อย ในขณะที่เห็ดฟาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดขี้เมา เห็ดตีนแรด เห็ดตับเต่า ฯลฯ จะใช้วัสดุจำพวกปุ๋ยหมัก ส่วนเห็ดที่เป็นพวกมัยคอร์ไรซาจะขึ้นอยู่บนส่วนรากไม้ การจะใช้วัสดุเพาะชนิดใด จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้อาหารของเห็ดในกลุ่มนั้นๆ

อาหารสำหรับเห็ด

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้แบบพืชสีเขียวเช่นต้นไม้ทั่วไป แต่จะได้รับอาหารและพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น หรือเป็น heterotroph แหล่งคาร์บอนหรือ

พลังงานที่เห็ดสามารถใช้ได้ง่ายคือ กลูโคสหรือเดกซ์โทรส แต่เห็ดหลายชนิดสามารถใช้สารประกอบคาร์บอนที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น โพลีแซคคาไรด์ แป้ง เซลลูโลส เซลโลไบโอส และลิกนิน จึงพบว่าเห็ดบางชนิดสามารถย่อยไม้ มูลสัตว์ ปุ๋ยหมักเป็นอาหารได้ ส่วนโปรตีนและไขมัน เห็ดสามารถย่อยได้จากสารประกอบเชิงซ้อน และในรูปที่ย่อยง่ายได้

ขบวนการย่อยอาหารของเห็ด จะเป็นการปล่อยน้ำย่อยหรือเอนไซม์ออกมาภายนอกเส้นใย เพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลง จนละลายน้ำซึมเข้าไปในเซลล์ได้ จากนั้นการย่อยจึงเกิดขึ้นภายในเซลล์ต่อไป

เห็ดไม่ค่อยใช้สารเคมีในรูปของเกลืออนินทรีย์ การเติมเกลืออนินทรีย์ เช่น แมกนีเซียมซัลเฟต แอมโมเนียมซัลเฟต ยิปซัม ปุ๋ยคอกเบิลซูปเปอร์ฟอสเฟต ลงในกองปุ๋ยหมักแล้วต่อมาเป็นประโยชน์ต่อเห็ดนั้นมิใช่เพราะเห็ดนำไปใช้ได้โดยตรง แต่เมื่อเติมสารอาหารเหล่านี้ลงไปแล้ว จุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียหลายชนิดจะเจริญดี และบางส่วนของปุ๋ยได้กลายเป็นสารอินทรีย์ในตัวของแบคทีเรียซึ่งเห็ดจะนำไปใช้ได้ภายหลัง

ความเป็นกรด-ด่าง

ตัวเลขที่ต่ำกว่า 7 แสดงถึงความเป็นกรด และหากมากกว่า 7 แสดงความเป็นด่างมากขึ้น เห็ดชอบความเป็นกลางคือ ที่ pH ประมาณ 7 หรือเป็นกรดเล็กน้อย เห็ดราจะทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย

ในอาหารที่เป็นกรด เห็ดจะเจริญเฉพาะเส้นใยเท่านั้น แต่มีการสร้างดอกเห็ดได้ยาก การเกิดดอกเห็ดจะเกิดได้ดีใน pH ที่เป็นกลาง เนื่องจากการสลายตัวของอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อเห็ดจะเกิดขึ้นมากหากระดับ pH ของอาหารเป็นกลาง

อากาศ

เห็ดเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการ O_2 ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาเกิดดอกเห็ด ในความเป็นจริงเห็ดต้องการ O_2 มากตั้งแต่ระยะเป็นเส้นใย แต่ระยะเส้นใยจะทนต่อการขาด O_2 ได้ดีกว่าระยะเป็นดอกเห็ด ในโรงเพาะเห็ดมักจะมีปัญหาเรื่องอากาศเสมอ จากขบวนการหมักของวัสดุเพาะในกองหรือจากการหายใจของเส้นใยและดอกเห็ดเองจะได้ CO_2

หากมี CO_2 สะสมอยู่เล็กน้อย จะเป็นการกระตุ้นเส้นใยในการสร้างดอกเห็ดได้ ปรกติ CO_2 จะมีในบรรยากาศ 0.03% แต่หากมีเพิ่มเป็น 0.1-0.2% จะกระตุ้นการเจริญของเส้นใย แต่ถ้าเพิ่มสูงมากเป็น 1% จะเป็นผลเสียในการเกิดดอก คือ มีดอกเห็ดน้อยลงหรือไม่เกิดดอกเห็ด นอกจากนี้ยังมี

ผลต่อดอกเห็ด คือ ดอกเห็ดฟางบานเร็วกว่าปกติ ในเห็ดนางรมอาจทำให้ก้านดอกยืดยาวและดอกเห็ดหุบหรือไม่ยอมบานได้

ในโรงเพาะเห็ดขนาดใหญ่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศ จำเป็นต้องจัดระบบการหมุนเวียนอากาศ (ventilation) ให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้พัดลมช่วยถ่ายเทอากาศ

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดชอบสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย หรือการเกิดดอกเห็ดก็ตาม ขึ้นอยู่กับธรรมชาติดั้งเดิมของเห็ดชนิดนั้นๆ เช่น เห็ดหอม เห็ดแชมปิญอง ชอบอุณหภูมิต่ำหรือหนาวเย็น แต่เห็ดฟางและเห็ดลมชอบอุณหภูมิสูงกว่านั้น โดยเห็ดฟางนั้น การงอกของสปอร์ การเจริญของเส้นใยและดอกจะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ในอุณหภูมิระหว่าง 24-38 องศาเซลเซียส แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส จะเป็นอันตรายหรือระงับการเจริญของเส้นใย

อย่างไรก็ตามพบว่า เห็ดแทบทุกชนิดหรือโดยทั่วไป อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญด้านเส้นใยจะสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดดอกเห็ดหรือเกิดตุ่มเห็ดประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ดอกเห็ดที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะบานเร็วและโรยเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ

ความชื้น

จุลินทรีย์ทั่วไปชอบอุณหภูมิสูง แต่เห็ดนั้นทนแล้งได้ดีกว่าจุลินทรีย์อื่น ความชื้นในการเพาะเลี้ยงเห็ดแบ่งได้เป็น 2 อย่าง คือความชื้นในวัสดุเพาะ (moisture) และความชื้นในอากาศ (relative humidity)

1. **ความชื้นในวัสดุเพาะ** สามารถควบคุมได้โดยการให้น้ำแต่ต้องระวังไม่ให้มากเกินไป เพราะจะทำให้เส้นใยระงับการเจริญ หรือเปื่อยเกินไปจนมีจุลินทรีย์อื่น เช่น แบคทีเรีย เจริญได้ดีกว่าเส้นใยเห็ดและยังทำให้วัสดุเพาะขาดออกซิเจนหรือลดลง เส้นใยอาจเจริญไม่ดีหรือเกิดความเสียหายได้ แต่ถ้าทิ้งให้แห้งเกินไปจะขาดน้ำจนสารอาหารไม่ละลายหรือมีสูญเสียน้ำออกไปจากเส้นใยเห็ด ทำให้เส้นใยชะงักการเจริญได้

2. **ความชื้นในอากาศ** เพิ่มได้โดยการพ่นละอองในอากาศ หากความชื้นมากเกินไปจะเกิดเส้นใยบริเวณโคนต้นดอกเห็ด ดอกเห็ดที่เจริญอยู่นั้นจะมีลักษณะคุณภาพต่ำ คือ ฉ่ำน้ำและการเกิดดอกเห็ดลดลงมาก

หากความชื้นในอากาศมีน้อย จะเกิดการระเหยน้ำออกไปจากดอกเห็ด ดอกเห็ดทั่วไปจะบอบบางและมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึง 90% จึงทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญ ความชื้นสัมพัทธ์ทั่วไปควรอยู่ระหว่าง 80-90% จึงจะไม่เกิดความเสียหาย

น้ำที่ให้ความชื้นควรเป็นน้ำสะอาดปราศจากการปะปนของสารเคมีหรือสิ่งสกปรกอื่นๆ น้ำประปาที่มีส่วนผสมของคลอรีนควรใส่ภาชนะเปิดฝาให้คลอรีนระเหยไปก่อนประมาณ 2-3 วัน จึงนำไปใช้

แสง

เห็ดหลายชนิดไม่จำเป็นต้องได้รับแสงสำหรับการเจริญเติบโตทั้งด้านเส้นใยและดอกเห็ด เห็ดฟางสามารถเพาะให้เกิดดอกเห็ดได้โดยไม่ได้รับแสงสว่างแม้แต่น้อย ในกรณีนี้ดอกเห็ดจะขาวกว่าธรรมชาติ แต่หากได้รับแสงมากสีดอกจะคล้ำหรือดำ

เห็ดหลายชนิดแม้ไม่ต้องการแสงในการเจริญ แต่เมื่อให้แสงจะเจริญเอนเข้าหาแสง เช่น เห็ดนางรม อย่างไรก็ตามแสงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหอม หากขาดแสงจะทำให้สร้างครีบได้หมวกไม่ได้ เห็ดหลายชนิดรวมทั้งเห็ดนางรมเมื่อได้รับแสงจะปล่อยสปอร์จากดอกได้ดีหรือแสงไปกระตุ้นการปล่อยสปอร์ของเห็ด

แรงดึงดูดของโลก

เห็ดที่มีดอกเป็นรูปทรงร่มมักเจริญเติบโตแนวด้านแรงดึงดูดของโลก ไม่ว่าจะจับวางในตำแหน่งใด หากเห็ดยังเจริญต่อไปจะมีการเจริญในแนวด้านกับแรงดึงดูดของโลกเสมอ ส่วนเห็ดหึ่งจะเจริญออกในแนวนานกับพื้นโลกเสมอ

ปัญหาจากโรคและแมลง หรือสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตหลายๆ ประเภท มีทั้งจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ จัดเป็นสิ่งที่เป็ประโยชน์และทำลายเห็ดที่เราเพาะเลี้ยง ที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ จุลินทรีย์ ที่ช่วยในการหมักปุ๋ยให้สลายตัวอยู่ในรูปเหมาะกับเห็ดที่จะนำไปใช้เป็นอาหาร และบางชนิดก่อให้เกิดโทษจึงถูกจัดเป็นโรคและแมลงของเห็ด

สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้แก่ อัลจี (algae) แบคทีเรีย รา ไวรัส แอคติโนมัยสิท ไล้เดือนฝอย ราเมือก กิ้งกือ ไล้เดือน ไร และหนู เป็นต้น

อัลจีหรือสาหร่าย

เป็นพืชชั้นต่ำที่มีคลอโรฟิลล์ จึงมักมีสีเขียว สังเคราะห์แสงสร้างอาหารเองได้ หากนำน้ำที่มีสีเขียวอัลจีมาเพาะเห็ด อาจมีกลิ่นเน่าเกิดขึ้น เห็ดสามารถดูดซับกลิ่นต่าง ๆ ได้ดีอาจดูดกลิ่นทำให้ไม่น่ารับประทาน

แบคทีเรีย

เป็นจุลินทรีย์ขนาดเล็กประมาณ 0.02 – 2 micron (1 micron = 1/1,000 มม.) โดยมากจะเจริญบนสารอินทรีย์แล้วทำให้สารนั้นแตกตัวเป็นสารโมเลกุลที่มีขนาดเล็กลง การเจริญบนสารจำพวกแป้งและน้ำตาล มักจะทำให้เกิดการบูดเปรี้ยว เกิดกรดอินทรีย์และอื่น ๆ การเจริญบนอาหารโปรตีนสูงจะทำให้โปรตีนแตกตัวลง และเกิดการเน่าขึ้น

การเจริญบนสารต่าง ๆ ในขบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์แตกตัวลง จะได้พลังงานออกมาในรูปของความร้อน จึงทำให้พื้นที่ที่แบคทีเรียกำลังมีกิจกรรมอยู่นั้นอุ่นหรือร้อนขึ้นเสมอ

แบคทีเรียบางชนิดเจริญได้ดีในที่ที่ไม่มีออกซิเจนเรียกว่า anaerobe ทำให้กองปุ๋ยเกิดการหมักสลาย (ferment) จึงเป็นส่วนสำคัญในการทำปุ๋ยหมักสำหรับเห็ดฟรังหรือการทำปุ๋ยหมักเพื่อทำเชื้อเห็ดฟาง

แบคทีเรียอีกพวกหนึ่งที่มีผลเกี่ยวข้องกับการเพาะเห็ด คือแบคทีเรียพวกที่สร้างสปอร์ได้ (spore forming bacteria) สปอร์ของแบคทีเรียมิได้สร้างขึ้นเพื่อการขยายพันธุ์ แต่เป็นสปอร์พักตัว (resting bacteria) ซึ่งแบคทีเรียตัวหนึ่งจะสร้างสปอร์ขึ้นเพียงสปอร์เดียวเท่านั้น สปอร์ของแบคทีเรียมักจะทนร้อนได้เป็นพิเศษ คือทนร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของราและเห็ดทุกชนิด และสปอร์ของแบคทีเรียที่ทนร้อนมากที่สุดนั้นเป็นสปอร์ของแบคทีเรียในสกุล Bacillus ซึ่งต้องฆ่าโดยใช้ความร้อน 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

แบคทีเรียขึ้นได้ดีในน้ำ ของเหลว หรือของเปียก ถ้าเปรียบเทียบด้านการทนแห้งแล้วแบคทีเรียจะทนแห้งได้ไม่เท่าเห็ดรา ดังนั้น ในปุ๋ยหมักเลี้ยงเชื้อเห็ดราจึงมักทำให้แห้งเกินกว่าแบคทีเรียจะเจริญได้เล็กน้อย อาหารเช่นนี้แม้มีแบคทีเรียปนอยู่จะไม่เสียหาย เพราะเพียงแต่มีชีวิตแต่ไม่มีกิจกรรมใด ๆ จึงไม่มีของเสียที่แบคทีเรียขับออกมาก แล้วเป็นอันตรายต่อเห็ด

แบคทีเรียบางชนิดสามารถใช้เกลื้ออินทรีย์เป็นแหล่งอาหารได้บ้าง จึงมีการเติมปุ๋ยเคมีบางชนิดลงในกองปุ๋ยหมัก แม้เห็ดจะใช้สิ่งเหล่านี้โดยตรงไม่ได้แต่แบคทีเรียนำไปใช้ได้ โดยเปลี่ยนรูปเกลื้ออินทรีย์มาเป็นสารอินทรีย์ภายในตัวของแบคทีเรียเอง ซึ่งต่อมาจะถูกเห็ดนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกทอดหนึ่ง

การเจริญและกิจกรรมต่าง ๆ ของแบคทีเรียเกิดขึ้นได้ดีในอาหารที่เป็นกลาง คือที่ pH ประมาณ 7 อาจมีแบคทีเรียบางชนิดที่อาจทนกรดได้ แต่น้อยชนิด ในขณะที่หมักปุ๋ยจะเกิดการดอินทรีย์ขึ้นทำให้ pH ลดลงหรือเป็นกรดมากขึ้นกิจกรรมของแบคทีเรียจะลดน้อยลงไป ดังนั้น จึงแก้ไขโดยการเติมปูนลงไปเพื่อให้ pH สูงขึ้น

Fungi

เป็นคำที่ใช้เรียกจุลินทรีย์กลุ่มใหญ่ ซึ่งประกอบด้วย เห็ด (mushroom) รา (mold) และ ยีสต์ (yeast)

สำหรับยีสต์หรือราเป็นจุลินทรีย์เซลล์เดียวหรืออาจต่อกันเป็นเส้นใยบ้างแต่ไม่ใช่เส้นใยแท้ เป็นเพียงการแตกหน่อต่อ ๆ กัน โดยยังไม่หลุดจากกัน ปกติพอแตกหน่อได้หน่อใหม่โตพอสมควร แล้วจะหลุดจากกัน จึงถือเป็นการขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ จะพบยีสต์ในที่ที่มีน้ำตาลหรือตามผลไม้สุก ก่อให้เกิดการหมักแล้วเกิดแอลกอฮอล์ได้ กากยีสต์หลังจากหมักสามารถนำไปเป็นอาหารสัตว์ หรือเพิ่มเป็นอาหารเสริมสำหรับการเพาะเห็ดได้ ยีสต์สกัดหรือ yeast extract เป็นอาหารที่มีคุณค่าสูงมากใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเห็ดที่เจริญยากบางชนิด

เห็ดและราเป็น fungi ที่เป็นเส้นใย ข้อแตกต่างคือ การขยายพันธุ์ของเห็ดใช้วิธีสร้างดอกเห็ดแล้วสืบพันธุ์ทางเพศ เกิดสปอร์ที่เรียกว่าเบสิดิโอสปอร์ขึ้นมากมายปลิวไปตกที่ต่าง ๆ แต่ในกรณีของรานั้น การขยายพันธุ์ใช้วิธีสร้างสปอร์ที่ไม่ผ่านการผสมพันธุ์ทางเพศ เป็นสปอร์ปลิวฟุ้งกระจายทั่วไป รัศมีขนาดของเส้นใยเล็กประมาณ 2-5 ไมครอน ความยาวของเส้นใยขยายไปได้เรื่อย ๆ ขึ้นกับอาหารที่ได้รับ การเจริญจะเป็นการขยายส่วนปลายของเส้นใยขยายไปได้

รา มีความสามารถทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย ทนแห้งได้ดีกว่าแบคทีเรียและทนได้พอ ๆ กับเห็ด สามารถกำจัดได้ง่ายด้วยความร้อนเพียง 60 องศาเซลเซียส จะฆ่าเชื้อราได้มากชนิด ในอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส สามารถฆ่าเชื้อราได้ตายหมด

เราสามารถใช้อาหารที่เลี้ยงเห็ดได้ดี โดยเฉพาะอาหารวุ้นฟัดีเอที่ใช้เลี้ยงเส้นใยหรือใช้แยกเชื้อเห็ด ราจะขึ้นได้ดีมาก แต่อาหารที่ย่อยยาก เช่น ชี้อ้อย ฟาง ปุ๋ยหมักที่สลายตัวหมด ราทั่วไปจะขึ้นได้ยาก บทบาทของราในการเพาะเลี้ยงเห็ด คือจะเป็นเชื้อปนเปื้อน (contaminant) เมื่อแยกเชื้อเห็ดและมักพบขึ้นทำให้เชื้อเห็ดเสียไป ราบางชนิดสามารถเจริญบนดอกเห็ดเกิดความเสียหายได้

แอคติโนมัยสิท

แอคติโนมัยสิท (actinomycetes) เป็นจุลินทรีย์ที่คล้ายทั้งราและแบคทีเรียคือมีขนาด วิธีการดำรงชีวิต สรีรวิทยาและอื่นๆ เป็นแบคทีเรียทุกประการแต่เป็นแบคทีเรียที่เซลล์ของมันต่อไปแบบเส้นใย

ของรา และปลายเส้นใยมีสปอร์คล้ายกับราปรกติเป็นจุลินทรีย์ที่โตช้า แต่เจริญได้เรื่อย ๆ แม้ในที่แห้ง ร้อนและอาหารไม่สมบูรณ์ ตัวและสปอร์ของแอคติโนมัยสิทเรียกว่าคอนนินเดีย อาจเจริญบนอินทรีย์วัตถุ ที่เน่าเปื่อยผุพังโดยเป็น heterotroph หรือบางชนิดเจริญบนสิ่งมีชีวิตอื่นที่เรียกว่า พาราสิต (parasite) และบางชนิดเจริญได้ดีบนที่ร้อนหรือชอบร้อน เรียกว่า เทอร์โมไฟล์ (thermophile) คือ เจริญได้ดีในที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และในที่ร้อนถึง 60 – 70 องศาเซลเซียส ในขณะที่หมักปุ๋ย และความร้อนกำลังขึ้นสูงมาก จะพบว่า เป็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดนี้เกือบทั้งหมด เพราะอุณหภูมิ ขนาดนี้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นจะไม่มีกิจกรรมใด ๆ เลย ส่วนรานั้นจะตายหมดทั้งสิ้น

แอคติโนมัยสิทมีประโยชน์มากในการช่วยสลายอินทรีย์ให้มีขนาดเล็กลง หรืออยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ได้มากขึ้น การหมักปุ๋ยซ้ำกับเปลือกเมล็ดข้าวสำหรับเป็นปุ๋ยหมักเชื้อเห็ดฟางรวมทั้งการหมัก ปุ๋ยเพื่อเพาะเห็ดแชมปิญอง เห็ดเป๋าฮื้อ ต้องอาศัยเชื้อชนิดนี้

ไวรัส

เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากจัดเป็นพาราสิทกาวย (obligate parasite) คือ ตลอดชีวิตของไวรัส จะต้องเจริญในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่นเท่านั้น ไม่เคยมีการเติบโตบนอาหารสังเคราะห์หรือบนสิ่งไม่มีชีวิต ใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะไวรัสเป็นโปรตีนประกอบด้วย DNA และ RNA เมื่ออยู่ในเซลล์สิ่งมีชีวิตใดจะ ไปแย่งหรือบงการการสร้างโปรตีนของเซลล์นั้น โดยมากจะบงการให้สร้างไวรัสพวกเดียวกันขึ้นมาใหม่ และไวรัสหลายชนิดเป็นโรคของเห็ดได้

ไส้เดือนฝอย

เป็นสัตว์ขนาดเล็กต้องใช้กล้องส่องดูจึงจะเห็นได้ ส่วนใหญ่เป็นปัญหาสำคัญของพืชโดยทำให้เกิดโรคที่ระบบราก บางชนิดมีชีวิตเป็นอิสระโดยกินอินทรีย์วัตถุหรือสิ่งมีชีวิตอื่นที่เล็กกว่าเป็นอาหาร การเพาะเห็ดที่ใส่ปุ๋ยหมักหรือผลิตภัณฑ์จากดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้ออาจมีไส้เดือนฝอยเข้าทำลายเห็ดได้

ราเมือกหรือสไลม์มอลด์

ราเมือกหรือสไลม์มอลด์ (slime mold) เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะกึ่งสัตว์กึ่งพืชขึ้นต่ำ ขึ้นในที่ชื้นแฉะกินเฉพาะสารอินทรีย์ทั้งที่ตายแล้วหรือยังมีชีวิตอยู่ เคยพบการเข้าทำลายเห็ดหนูบนท่อนไม้ ทำให้เห็ดหนูเน่าเสียไป แล้วยังพบการเข้าทำลายเห็ดนางรมและเห็ดเป๋าฮื้อในถุง ทำให้เชื้อเห็ด หมดอายุก่อนเวลาอันสมควร

ในโรงเรือนที่ชื้นจัดมากๆ อาจพบราเมือกขึ้นเป็นเส้นขนจากพื้นมีสีเหลือง แผลลามออกไปแบบ ตาข่าย หากสัมผัสเส้นขนสีเหลืองเล็กๆ จะขาดออกและมีน้ำสีเหลืองไหลออกมา นั่นคือ ไฮโดรพลาสซึม

ของราเมื่อนั้นเอง ไม่มีผนังเซลล์แน่นอน แต่สามารถเอาจุ่มก้อนของเซลล์รวมกันแล้วเคลื่อนที่ไป คล้ายอะมีบา และมีกลิ่นคาวแบบสัตว์

ในที่อากาศแห้ง การเจริญของราเมือกจะลดลงและตายไปในที่สุด แต่ถ้าอากาศเริ่มแห้งขึ้นทีละน้อย ราเมือกจะสร้างสปอร์แบบเดียวกับราได้ และจะปล่อยสปอร์ฟุ้งกระจายเป็นการแพร่พันธุ์ออกไป ในสภาพที่เหมาะสมราเมือกจะสร้างอับสปอร์ หรือ fruiting body พร้อมกับสปอร์ได้ภายในคืนเดียว ราเมือกไม่ทำความเสียหายมากนักแต่ก่อความรำคาญมากกว่า หากได้แสงแดดภายในวันเดียวจะหายไป

กิ้งกือ

ในการเพาะเลี้ยงเห็ดมักพบกิ้งกือขนาดเล็ก ซึ่งปกติหากินตามพืชขึ้นและมีอินทรีย์วัตถุอยู่ด้วยเสมอ บางครั้งกิ้งกือเหล่านี้จะกัดกินดอกเห็ดเล็กๆ เสียหาย แต่ไม่เป็นปัญหาร้ายแรง

ไส้เดือน

พบบ้างตามกองเห็ด กองปุ๋ยที่สัมผัสผิวดินและไม่เป็นศัตรูร้ายแรง

ไร

ไร (mite) เป็นสัตว์คล้ายแมลงประเภทหนึ่ง มีแปดขา ขนาดเล็กมากประมาณปลายเข็ม หรือบางพันธุ์ขนาดหัวเข็มหมุด พบการทำลายคือดันแทรกสาลีสลงไปในช่วงอาหารอุ่นแล้วนำสปอร์และแบคทีเรียต่างๆ ลงไปปนเปื้อนบนอาหารอุ่น อาหารในภาชนะนั้นจะเสียไป บางพันธุ์กินเส้นใยของเห็ดราเป็นอาหาร หรือกินเส้นใยรอบๆ ทำให้โคนดอกเห็ดขาดและดอกเห็ดฝ่อเหี่ยวเป็นสีน้ำตาล บางชนิดกินเส้นใยจนไม่เหลือให้เกิดเป็นดอกเห็ด บางครั้งเกิดโรคระบาดขณะดอกเห็ดกำลังโต ไรจะกินผิวดอกเห็ดเป็นขุยแบบฝุ่น ไรชอบกินเส้นใยเห็ดฟางและเส้นใยเห็ดแชมปิยอง และบางคนจะมีอาการแพ้ไรทำให้มีอาการคัน สารฆ่าไรควรใช้ก่อนการเพาะเลี้ยงเพราะหลังการเกิดดอกเห็ดอาจตกค้างไปถึงผู้บริโภค

ในธรรมชาติจะมีสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งเห็ดอื่นแย่งอาหารและแข่งขันกันอยู่เสมอ ถ้าเห็ดเจริญดีและชนะสิ่งมีชีวิตอื่นโดยรอบก็จะสร้างดอกเห็ดได้ จึงต้องหาวิธีการปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมเพื่อให้ดอกเห็ดที่เพาะเลี้ยงให้มีการเจริญเติบโตดีที่สุด หรือช่วยกำจัดคู่แข่งที่คอยทำลายออกหรือให้ลดน้อยลงเพื่อให้เห็ดที่เพาะเลี้ยงมีการเจริญดีให้ผลผลิตสูง

โรคเห็ดที่สำคัญ

ประไพศรี และวิรัช (2539) ได้กล่าวถึงโรคเห็ดที่สำคัญ เชื้อสาเหตุ การทำลายและความเสียหาย ตลอดจนการป้องกันและกำจัดโรคต่างๆ ที่เกิดกับเห็ด ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

โรคเห็ดฟาง

โรคราเม็ดผักกาด

เกิดจากเชื้อ สเคลอโรเทียม รอฟฟิไอ (*Sclerotium rolfsii*) มักเกิดกับการเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย

อาการ สังเกตจากเส้นใยสีขาว ลักษณะหยาบเกิดขึ้นบนกองฟางขาว เกิดได้ทั้งบริเวณหลังกองและข้างกอง เมื่อเส้นใยอายุได้ประมาณ 2-3 วัน จะเจริญขยายออกเป็นวงกลม ต่อมาจะเกิดเม็ดเล็กๆ รูปร่างกลม สีขาวหรือสีน้ำตาลอ่อน เม็ดเหล่านี้จะขยายใหญ่ขึ้นเมื่อแก่และมีสีน้ำตาลเข้ม มองดูคล้ายเม็ดผักกาด ซึ่งก็คือส่วนขยายพันธุ์ของเชื้อรานั่นเอง

การทำลายและความเสียหาย ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจาก

1. เส้นใยของเชื้อราจะเจริญเติบโตเร็วมาก และแย่งอาหารของเชื้อเห็ดทำให้เส้นใยเห็ดเจริญไม่ทัน บริเวณที่เกิดเชื้อราเม็ดผักกาดจะไม่มีดอกเห็ด
2. เส้นใยของเชื้อราทำลายดอกอ่อนหรือดอกตูมทำให้ดอกเห็ดมีลักษณะขำเป็นบางแห่งหรือทำให้ดอกอ่อนไม่พัฒนา

โรคราเขียว

เกิดทั้งในเห็ดฟางกองเตี้ย และในโรงเรือน

อาการ ราเขียวมีสองชนิดด้วยกันและเป็นราในดิน ได้แก่ ราเขียวเกิดจากเชื้อไตรโคเดมา (*Trichoderma* spp.) มีหลายชนิดมีสีเขียวต่างๆ เช่น สีเขียวอ่อน เขียวเข้ม และราเขียว เกิดจากเชื้อเพนิซิลเลียม (*Penicillium* spp.) มีสีเขียวอมเทา มีหลายชนิดเช่นกัน ราทั้งสองชนิดนี้ส่วนใหญ่อยู่ในดินหรือติดมากับขี้ฟ้าย ไล่นุ่น โดยเฉพาะเมื่อในกองเพาะเห็ดมีความชื้นสูงและมีความร้อนเกิดขึ้น เริ่มแรกเชื้อราจะเจริญที่ขี้ฟ้ายหรือไล่นุ่นก่อน แล้วจึงขยายขึ้นมาบนหลังกองหรือข้างกอง

การทำลายและความเสียหาย

1. เชื้อราเขียวเป็นราคู่แข่ง (competitive fungi) และเป็นราที่เจริญเติบโตเร็ว ทำให้แย่งอาหารของเชื้อเห็ด
2. เส้นใยของราเขียวทำลายดอกอ่อน ทำให้ดอกไม่พัฒนา

เห็ดหมึกหรือเห็ดขี้ม้า

เห็ดหมึกหรือเห็ดขี้ม้า (Ink Cap, *Coprinus* sp.)

อาการ เห็ดหมึกหรือเห็ดขี้ม้า มักเกิดกับการเพาะเห็ดฟางแบบโรงเรือน สาเหตุคือ การหมักปุ๋ยเพาะเห็ดยังไม่ได้ที่ มีก๊าซแอมโมเนียเหลืออยู่ เห็ดหมึกถือเป็นราคู่แข่งชนิดหนึ่ง

การทำลายและความเสียหาย

ทำให้ไม่มีผลผลิตเพราะเส้นใยเห็ดไม่เจริญในฟางหมักหรือปุ๋ยเพาะเห็ด

โรคเน่าและของเห็ดฟาง

เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ซูโดโมแนส (*Pseudomonas* sp.) เกิดเฉพาะในเห็ดฟางในโรงเรือน ในฤดูฝนพบครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ.2537

อาการ ดอกเห็ดผิวไม่เรียบ มีจุดขาวคล้ายประแป้ง ต่อมาภายในระยะเวลาไม่เกินหนึ่งวัน ผิวดอกเห็ดจะเปลี่ยนเป็นตะปุ่มตะป่ำ ผิวขรุขระทั้งดอก ดอกเห็ดมีอาการช้ำ สีของดอกเห็ดบริเวณดังกล่าว เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน อาการเป็นไปอย่างรวดเร็ว ต่อมาเริ่มเน่าและมีน้ำเยิ้มออกมา กลุ่มงานแบคทีเรียวิทยา กองโรคพืชและจุลวิทยา ได้ทำการแยกเชื้อ พบว่า เกิดจากเชื้อ *Pseudomonas* sp.

การทำลายและความเสียหาย

ทำให้เก็บผลผลิตไม่ได้ เนื่องจากเมื่อเกิดอาการดังกล่าวจะทำให้เกิดการระบาดของรวดเร็วเสียหายต่อการเพาะเห็ดทั้งโรงเรือนจากการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรีย โดยน้ำที่กระเด็นจากการรดน้ำเห็ดที่เป็นโรค

การป้องกันกำจัดโรคเห็ดฟาง

การที่ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มเพาะ จนถึงสิ้นสุดการเก็บผลผลิตของเห็ดฟางแต่ละรุ่นใช้เวลาประมาณ 13-17 วัน จึงไม่ควรใช้สารเคมี การรักษาความสะอาด ปฏิบัติดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ และเอาใจใส่ใกล้ชิด เป็นข้อปฏิบัติที่ดีที่สุด ซึ่งควรปฏิบัติดังนี้

1. เลือกหัวเชื้อจากแหล่งที่เชื่อถือได้ว่าเป็นพันธุ์ดี ให้ผลผลิตสูงมีการปนเปื้อนน้อยที่สุด
2. เลือกตอซังหรือฟางขั้วขนาดที่สะอาดปราศจากเชื้อราเม็ดผักกาด ฟางต้องมีลักษณะแห้งสนิท และอมน้ำได้ง่าย วัสดุเพาะทุกชนิด ไม่ควรทิ้งให้ตากแดดฝนหรือเก็บค้างปี
3. มีความเข้าใจถึงสภาพความต้องการต่างๆ ในการเจริญเติบโตของเห็ดฟางเพื่อจะได้ปฏิบัติตามดูแลกองเพาะได้อย่างถูกต้อง เช่น เรื่องอุณหภูมิในกองเพาะ ขณะที่เส้นใยเจริญเติบโตต้องการอุณหภูมิระหว่าง 34-40 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าในกองเพาะร้อนเกินไป ก็ควรระบายอากาศเพื่อให้เกิด

การถ่ายเทออกซิเจนหรือต้องเผารอบกองเพาะเพื่อให้ความร้อนแก่กองฟางในหน้าหนาว นอกจากนี้ยังมีเรื่องความชื้น แสงสว่าง และความสามารถในการกินอาหารของเห็ดฟางอีกด้วย

ถ้าเป็นการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ควรศึกษาถึงการเตรียมปุ๋ยเพาะเห็ดอย่างถูกต้องวิธีตลอดจนการอบไอน้ำฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการ เพื่อให้ได้ปุ๋ยเพาะเห็ดที่มีคุณภาพดี ซึ่งเชื้อเห็ดใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

4. ความสะอาดของแปลงเพาะ ก่อนเพาะควรจะถางหญ้าเตรียมดินไว้เสียก่อนและเมื่อการเพาะเสร็จสิ้นควรนำฟางที่ใช้แล้วไปใช้เป็นปุ๋ยหมัก หรือเผา หรือตากบริเวณแปลงเพาะที่ใช้แล้วทิ้งไว้ประมาณ 4-5 วัน เพื่อฆ่าเชื้อราที่สะสมในบริเวณนั้นสำหรับใช้เป็นพื้นที่เพาะเห็ดในครั้งต่อไป และเป็นการลดปริมาณเชื้อราที่อาจมีอยู่ในดิน

5. ในการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม ควรมีการพักโรงเรือนเป็นครั้งคราว และทำความสะอาดโรงเรือนเพื่อฆ่าเชื้อราและแมลง โดยการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราและสารฆ่าแมลงเป็นระยะๆ เช่น สารป้องกันกำจัดเชื้อรา เบนเลท และสารป้องกันกำจัดแมลงเซวิน (Sevin) ส่วนโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย การป้องกันโรคนี้ทำได้โดยการปรับระดับความชื้นในโรงเรือนไม่เกิน 80% เมื่อให้น้ำทุกครั้งควรมีการระบายอากาศเพื่อไม่ให้หยดน้ำตกค้างที่ดอกอ่อน และน้ำที่รดควรใช้น้ำสะอาดเท่านั้น

โรคเห็ดถุง

โรคเห็ดถุงที่สำคัญและพบโดยทั่วไปมีดังนี้ โรคเกิดจากเชื้อรา โรคเกิดจากเชื้อไวรัส และ โรคเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

โรคเกิดจากเชื้อรา

ราดำหรือเชื้อรากลุ่มแอสเพอร์จิลลัส (Aspergillus)

อาการ ลักษณะของถุงเห็ดหรือก้อนเชื้อเห็ดโดยทั่วไปบางส่วนของถุงเห็ดจะมีสีเขียวเข้มเกือบดำ อาจเกิดที่ส่วนบนใกล้ปากถุงแล้วลามลงไปข้างล่าง หรืออาจเกิดจากด้านล่างขึ้นไปก็ได้ บางส่วนของถุงเห็ดอาจมีสีน้ำตาลเกิดขึ้นติดกับบริเวณที่มีสีเขียวเข้ม เมื่อนำก้อนเชื้อเห็ดที่มีลักษณะดังกล่าวไปแยกเชื้อบริสุทธิ์ จะพบว่า มีเชื้อรา *Aspergillus* 3 กลุ่ม คือ *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus* และ *A. niger*

เชื้อราดำโบไตรไอดีฟโพลเดีย (Botryodiplodia)

อาการ ลักษณะของถุงเห็ดเป็นดังนี้ คือ ขี้เลื่อยในถุงเห็ดจะมีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ เชื้อราสีขาวจะขยายกว้างขึ้น เมื่อทิ้งไว้นานจะสังเกตเห็นก้อนเล็กสีดำนูนออกมาที่ผิวของถุงพลาสติก เนื่องจากเชื้อราสร้างส่วนขยายพันธุ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งภายในมีสปอร์เกิดขึ้นจำนวนมาก

เชื้อรากลุ่มเขียว หรือ Green Mold (*Trichoderma*; *Gilocladium*)

อาการ ลักษณะการปนเปื้อนของถุงเห็ดจากราเขียวจะสังเกตเห็นได้ง่าย เนื่องจากสปอร์ของเชื้อราสีเขียวใสๆ เมื่อเกิดรวมกันเป็นกระจุกจึงทำให้เห็นเป็นหย่อมสีเขียวมะกอกหรือเขียวเข้ม ในถุงเห็ดบางครั้งจะเห็นเส้นใยสีขาวเจริญเติบโตได้ดีในก้อนเชื้อเห็ด แล้วเปลี่ยนสีไปเนื่องจากเชื้อแก่ เชื้อรากลุ่มเขียวนี้อาจมีหลายชนิด แต่ละชนิดยังมีชนิดย่อยแตกต่างกันไป แต่มีรูปร่างลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกัน

ราเขียวเพนิซิลเลียม (*Penicillium*) และเพซีโลมายซีส (*Paecilomyces*)

อาการ ลักษณะบนถุงเห็ดหอมเป็นฝุ่นสีขาวๆ เช่น สีน้ำตาลซีดๆ ปนสีเหลืองอ่อนหรือมีสีเหลืองซีดจางๆ และสังเกตเห็นแบ่งเขต (Zone line) ระหว่างการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดและเชื้อราได้อย่างชัดเจน คือ ราเพซีโลมายซีส ถ้าลักษณะบนถุงเห็ดเป็นหย่อมสีเขียวตองอ่อน สีเหลืองอ่อนอมเขียว สีเทาอ่อนมองดูคล้ายสกปรกหรือฝุ่น มักเกิดด้านล่างของถุงเห็ด คือ ราเพนิซิลเลียม

ราสีส้ม หรือราร้อน (*Neurospora* sp.)

ราสีส้มมักเกิดเป็นกระจุกบริเวณปากถุงมีลักษณะเป็นผลสีชมพูอมส้ม หรือเป็นก้อนสีชมพู บางถุงอาจมีราสีส้มเกิดที่ก้นถุงก็ได้ เชื้อราระยะนี้สร้างส่วนขยายพันธุ์ที่เรียกว่าสปอร์ ซึ่งปลิวไปตามลมหรือถูกฝุ่นละออง จึงทำให้การระบาดเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากเชื้อราเจริญปกคลุมเส้นใยเห็ดเสียก่อน

ราเมือก

ราเมือก (slime mold) มักจะเกิดกับถุงเห็ดที่เปิดถุงเก็บดอกไปแล้ว และเป็นถุงที่อยู่ด้านล่าง ปกติจะสังเกตเห็นเส้นสีเหลืองชัดเจนบริเวณด้านข้างๆ ถุง และบริเวณปากถุง มักจะเกิดกับถุงเห็ดหนู ซึ่งมีการกรีดถุงด้านข้าง เมื่อรดน้ำนานๆ ทำให้ถุงเห็ดขึ้นแฉะ และถุงเห็ดฐานเก่า ที่เก็บดอกเห็ดไปแล้วหลายครั้ง

การป้องกันการเกิดเชื้อราปนเปื้อนในการเพาะเห็ดถุง

1. ตรวจสอบความสะอาดและความบริสุทธิ์ของหัวเชื้อก่อนซื้อ
2. การถาดเชื้อหรือใส่เชื้อ ควรทำในห้องที่สะอาดปราศจากฝุ่นละอองหรือเชื้อโรคอื่นๆ หรือในบริเวณไม่มีอากาศถ่ายเท
3. คัดแยกถุงเห็ดเสีย ถุงเห็ดแตก ถุงเห็ดที่มีจุลินทรีย์ขึ้นแยกออก นำไปทิ้งใหม่หรือเผาเพื่อลดการระบาดของเชื้อรา

4. รักษาความสะอาดโรงเพาะและบริเวณทั่วไปรอบๆ ฟาร์ม

5. เมื่อเก็บผลผลิตหมดแล้ว ควรพักโรงเพาะเห็ดประมาณ 2-3 สัปดาห์ เพื่อทำความสะอาด และฉีดยาฆ่าแมลงหรือเชื้อราที่อาจซุกซ่อนตามพื้น และเสาโรงเรือน ก่อนนำเห็ดชุดใหม่เข้ามา ถ้าเป็นไปได้ควรแยกโรงบ่มกับโรงเปิดดอกต่างหาก

โรคเกิดจากเชื้อไวรัส

โรคเกิดจากไวรัสของเห็ดนางรม

โรคไวรัสของเห็ดนางรมพบครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2527 ที่จังหวัดนครปฐม มีลักษณะอาการ ดังนี้คือ หมวกเห็ดนางรมม้วนขึ้นหรือม้วนลง ดอกมีขนาดเล็ก ขอบดอกไม่เรียบ เมื่อถูกน้ำจะฉ่ำน้ำกว่าปกติ หรือดอกแฉะแฉริน ช่อดอกสั้นเป็นกระจุก

รูปร่างเชื้อไวรัส มีอนุภาคทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 นาโนเมตร เชื้อไวรัสถ่ายทอดได้โดยวิธีสัมผัส (mechanical mean) เชื้อไวรัสของเห็ดนางรม ป้องกันได้โดยไม่ใช้ดอกเห็ดที่สงสัยว่าจะเป็นโรคนี้อันไปทำพันธุ์ (ต่อดอก) โดยไม่ได้รับการตรวจสอบ

โรคเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

โรคเน่าสีน้ำตาลของเห็ดภูฐาน

เกิดจากเชื้อแบคทีเรียชื่อ ซูโดโมแนส โทลาสซีไอ (*Pseudomonas tolaasii*)

อาการ หมวกเห็ดด้านบนเป็นจุดสีเหลืองอ่อน แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขยายไปทั่วหมวกเห็ด ส่วนแผ่นที่ก้านดอกเป็นปื้นสีเหลืองหรือน้ำตาลแดง แผ่นนี้ยุบตัวได้ ทำให้น้ำไปเกาะอยู่ที่ส่วนนี้ เป็นเหตุให้เกิดการกระจายของเชื้อแบคทีเรีย

ความเสียหาย คือ ดอกเห็ดมีขนาดเล็กกว่าปกติ ผิวหมวกมีสีน้ำตาลอ่อนขำง่าย ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

โรคจุดสีน้ำตาลของเห็ดเป๋าฮื้อ และโรคเน่าเหลืองของเห็ดสกุลนางรม (เห็ดนางรม, เห็ดภูฐาน)

เกิดจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่มเรืองแสง ชื่อ ซูโดโมแนส ฟลูออเรสเซน (*Pseudomonas fluorescens*)

อาการ ของเห็ดเป๋าฮื้อ อาการเริ่มแรกสังเกตได้จากดอกเห็ดที่โผล่พ้นคอขวดที่ปากถุง บางดอกมีสีเหลืองซีดๆ บางดอกมีลักษณะม้วนงอ ไม่สมบูรณ์ ดอกไม่พัฒนา ส่วนดอกที่เจริญออกมาได้ หมวกดอกไม่บานเต็มที่ กลุ่มของช่อดอกมีตั้งแต่ 2-4 ก้าน สืบเป็นกระจุก หมวกดอกด้านบน และ

ด้านล่างรวมทั้งก้านดอก มีจุดสีน้ำตาลอ่อนประปราย ต่อจากนั้น 1-2 วัน จุดสีน้ำตาลจะเข้มข้น ถ้าอาการมากขึ้นบริเวณนี้จะยุบตัว

อาการเน่าเหลืองของเห็ดนางรมหรือเห็ดภูฐาน ดอกเห็ดที่โผล่พ้นคอขวดสีเหลืองดอกมีขนาดเล็กผิดปกติ บางดอกมีลักษณะม้วนงอ ดอกเห็ดเหี่ยวเหลืองทั้งกระจุกและไม่พัฒนา อาการเหี่ยวเหลืองที่แตกต่างจากอาการเหี่ยวเหลืองที่ดอกเห็ดขาดความชื้น เนื่องจากเมื่อเก็บเห็ดรุ่นแรกใหม่จะมีอาการปกติแต่ถ้าเป็นอาการเหี่ยวเหลืองเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ดอกเห็ดรุ่นที่สองอาจมีอาการปกติหรือไม่ก็ได้ ขึ้นกับปริมาณและการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียบริเวณปากถุงและภายในโรงเพาะ

ความเสียหาย เก็บผลผลิตไม่ได้ในดอกเห็ดรุ่นแรก ถ้าปริมาณเชื้อแบคทีเรียมีมาก และลงไปไม่ถึงเห็ดได้จะทำให้เสียหายหมดทั้งรุ่น (ภาพที่ 7.1)

การป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย

การป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากแบคทีเรีย โดยหลีกเลี่ยงภาวะที่เหมาะสมสำหรับเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่

1. ลดความชื้นในโรงเพาะไม่ให้เกิน 80-85%
2. การรดน้ำ ควรให้ผิวหน้าของดอกเห็ด (ดอกอ่อน) แห้งภายในสามชั่วโมง หลังการให้น้ำ ทุกครั้งไม่ควรให้มีหยดน้ำค้างบนดอกเห็ด
3. ถ้าจำเป็นต้องใช้สารเคมีให้รดน้ำคลอรีนอัตราส่วน 250-300 ซีซี ต่อน้ำ 40 แกลลอน หรือ 10 ซีซี ต่อน้ำหนึ่งปี๊บ

หมายเหตุ น้ำคลอรีน คือการให้สารละลายคลอรีน หรือ ไฮเตอร์ละลายน้ำเพื่อลดความชื้นขึ้นให้เห็ดจางลง จะได้น้ำคลอรีนเจือจางเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและทำความสะอาดพื้นผิวทั่วๆ ไป



ภาพที่ 7.1 โรคที่เกิดกับเห็ดจากเชื้อสาเหตุต่างๆ

ที่มา : ประไพศรี และ วิรัช (2539)

การใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช

ควรใช้เพื่อป้องกันการเกิดโรคและใช้เมื่อมีความจำเป็นเท่านั้น เช่น การเกิดการระบาดของโรคเพื่อลดปริมาณเชื้อโรคให้น้อยลง และไม่ควรใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชเป็นประจำ เพราะเกิดการดื้อยาได้ ในต่างประเทศมีการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชบางชนิดเท่านั้น และใช้เฉพาะฟาร์มใหญ่ๆ แต่เป็นสารเคมีที่ได้ผ่านการทดลองมาแล้วทั้งสิ้น

แมลงศัตรูเห็ดที่สำคัญ

ในส่วนของแมลงศัตรูเห็ด กอบเกียรติ (2539) ได้ศึกษาและรวบรวมแมลงที่เข้าทำลายเห็ดใน ระยะของการเพาะเลี้ยงเห็ด รวมทั้งเสนอวิธีป้องกันกำจัดไว้ ดังต่อไปนี้

หนอนแมลงวัน

พบการระบาดของทำลายเห็ดเกือบทุกชนิดโดยเฉพาะเห็ดที่เก็บดอกขายได้แล้ว หรืออย่างเข้าปีที่ 2 หนอนแมลงวันนี้โดยทั่วไปมักจะชอบกินเห็ดที่เหี่ยวจากแอมโมเนียจากก้อนเห็ด เมื่อหนอนพวกนี้เข้า ทำลายจะทำให้เห็ดเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีดำ และส่วนมากจะพบโรคเน่าเกิดขึ้นด้วยทุกครั้ง หนอนแมลงวันที่พบในปัจจุบันมี 3 ชนิด คือ

1. หนอนแมลงวันเขียว (Sciarid sp.) หรือแมลงหวี่เห็ดปีกดำ หนอนพวกนี้ลำตัวมีสีขาวใส หรืออาจมีสีเขียวอ่อน บางครั้งหัวมีสีดำ ยาวประมาณ 5-7 มม. ตัวหนอนเคลื่อนไหวได้รวดเร็วและ กินจุมาก เมื่อเข้าดักแด้นี้ใหม่ๆ จะเป็นสีขาว และสีจะเข้มขึ้นจนกลายเป็นสีดำก่อนออกเป็นตัวแก่ ลักษณะของตัวแก่จะมีสีดำโดยเฉพาะที่ปีก ตัวขนาดยุงบ้าน มีขนาด 2-3 มม. ช่วงท้องแคบ ตัวแก่ไม่ ทำลายหรือกัดกินเห็ดแต่อย่างใด วงจรชีวิตทั้งหมดคือ จากไข่จนออกเป็นตัวแก่ประมาณ 25-30 วัน แมลงหวี่เห็ดปีกดำนี้ระบาดทำความเสียหายในประเทศไทยพบประมาณ 30% และพบการทำลายครั้ง ล่าสุดนี้ในเห็ดหูหนูที่ปลูกด้วยขี้เลื่อยไม้ยางที่อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ทำให้ดอกเห็ดเสียหาย คุณภาพและราคาลดต่ำลงจากเดิม 70%

2. หนอนแมลงวันฟอริด (Phorid sp.) หรือแมลงวันหลังโก่ง ตัวแก่จะพบทั้งชนิดมีปีกและไม่มีปีก ระยะหนอนจะทำลายเส้นใยเห็ดที่กำลังเดิน และมักจะเจาะเข้าไปทำลายส่วนโคนและหมวกดอก ทำให้พุ่มและเสียหาย แต่ความรุนแรงพบน้อยกว่าพวกแมลงหวี่เห็ดปีกดำ

3. แมลงหวี่เห็ด เป็นแมลงสีดำมีขนาดเล็กมากคล้ายกับแมลงหวี่ที่พบตามที่อับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้องสุชาที่อับลม ตัวแก่มักจะเกาะตามดอกเห็ด ฐานเห็ด ฝา เสาโรงเรือน และมักจะทำความ รำคาญโดยตอมตาของผู้ปฏิบัติงานในโรงเห็ด ลักษณะการทำลายของหนอนจะเริ่มเจาะที่โคนดอกเห็ด โดยเฉพาะระยะก้ามปูทำให้เห็ดแกร็น ด้าน สีน้ำตาลและเน่าเสียทั้งถุง การระบาดของแมลงชนิดนี้จะ พบมากหลังการเพาะเห็ดได้ประมาณ 5 – 6 เดือน แต่โดยทั่วไปพบการทำลายไม่รุนแรงมากนัก ระยะ หลังๆ นี้พบการทำลายอย่างรุนแรงในเห็ดแชมปิญองพันธุ์ทอร์อน ทำให้ดอกเห็ดผ่อและเน่าตายในที่สุด

หนอนผีเสื้อ

หนอนผีเสื้อ (*Dasyses rugosella*) ตัวแก่เป็นผีเสื้อกลางวันขนาด 8 – 9 มิลลิเมตร พบเกาะ อยู่ตามฝาผนังโรงเรือนและปากถุงก้อนเชื้อเห็ด ปีกมีสีน้ำตาลสลับลายสีน้ำตาลดำ ปีกด้านล่างยาว

กว่าปีกด้านบน ส่วนท้องสีน้ำตาลอ่อน ขณะเกาะนิ่งอยู่กับที่จะเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายหลังคา การวางไข่จะวางบนจุลาลีปิดถุงก่อนเชื้อ ไข่เป็นกลุ่มมีเส้นใยสีครีมปกคลุม หนอนระยะวัยเล็กจะมีสีครีม ต่อมาจะเป็นสีน้ำตาลแดง ส่วนหัวและปากเป็นสีดำหรือสีน้ำตาลเข้มเห็นได้ชัด บนด้านนอกด้านหลังติดส่วนหัวจะมีขีดสีน้ำตาลพาดตามขวางของลำตัว หนอนโตเต็มที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร ระยะวัยหนอนประมาณ 14 – 21 วัน

ตัวหนอนหลังจากฟักออกมาแล้วก็จะอาศัยบริเวณปากถุงหรือซ่อนไข่ไปตามผิวของก้อนเชื้อที่มีเส้นใยเห็ดสีขาว ทำให้เส้นใยเห็ดขาด ไม่เจริญและไม่ออกดอก หนอนบางส่วนอาจเจาะรูเข้าไปในก้อนเชื้อหรือจะชักใยรวมกับขี้เลื่อยไม้ยางพาราซึ่งเป็นส่วนประกอบของก้อนเชื้อ เพื่อทำเป็นรังห่อหุ้มตัว เมื่อก้อนเชื้อเห็ดในถุงถูกทำลายจะสังเกตเห็นเป็นขุยสีน้ำตาลเป็นทางยาวคดเคี้ยวไปมาและหากพบการทำลายอย่างรุนแรง ก็จะเห็นเป็นมูลหนอนที่ถ่ายออกมาสีน้ำตาลเต็มไปหมด เป็นบริเวณเส้นใยเห็ดเพียงเล็กน้อย การทำลายเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรงมากหากป้องกันกำจัดไม่ทันเวลา จากการศึกษาติดตามแมลงศัตรูชนิดนี้พบทำความเสียหายแก่ เห็ดนางฟ้า นางรม ถึง 40% ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์

หนอนผีเสื้อกินใบจาก

หนอนผีเสื้อกินใบจาก (*Lepidoptera*) ตัวแก่เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลางสีน้ำตาลมีขนปกคลุม ด้านปลายท้อง วางไข่บริเวณใบจากที่นำมาทำโรงเรือน ตัวหนอนมีสีน้ำตาลหัวดำโต มีขนาดประมาณ 10 – 20 มิลลิเมตร หนอนวัยแรกจะกินใบจากที่แห้ง ประมาณฤดูฝนหรือเมื่ออากาศเริ่มชื้นจนใบจากที่นำมาหมักหลังคาเริ่มเปียกประกอบกับเห็ดที่เพาะในถุงเริ่มออกดอก หนอนชนิดนี้จะเริ่มเคลื่อนย้ายลงมาทำลายเห็ด ความรุนแรงของการทำลายที่พบประมาณ 20% แต่อย่างไรก็ตาม ควรจะดูแลอย่างใกล้ชิดเนื่องจากเป็นศัตรูชนิดใหม่ที่มีบทบาทและเกษตรกรโดยทั่วไปยังต้องใช้ใบจากเป็นวัสดุสำหรับมุงหลังคาโรงเรือนเห็ด

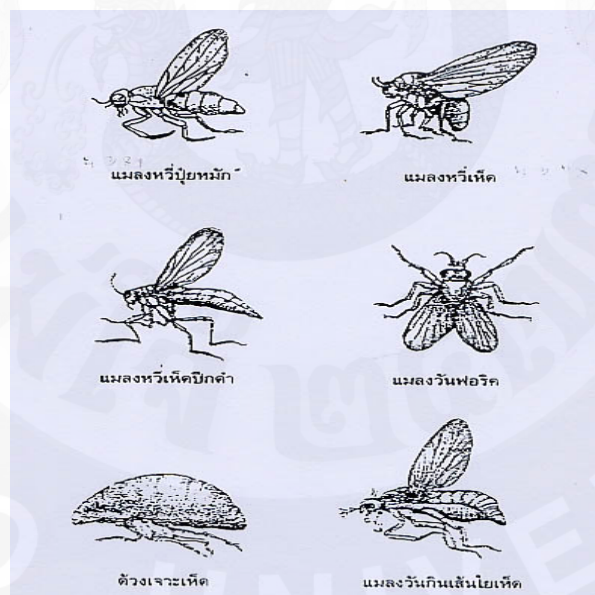
ไรศัตรูเห็ด

ไรศัตรูเห็ดมีขนาดตัวเล็กมากจนต้องอาศัยแว่นขยายจึงจะเห็นได้ชัด ตามสภาพธรรมชาติ มักจะเห็นเป็นจุดเล็ก ๆ สีขาวใสอยู่กระจายเต็มไปหมด ที่น่าสนใจคือการที่ไรชนิดต่าง ๆ ที่ทำลายเห็ดนั้นจะมีวงจรชีวิตจากไข่เป็นตัวแก่สั้นมาก โดยใช้เวลาเพียง 4 – 5 วันเท่านั้น โดยทั่วไปจะพบตัวเมียมากกว่าตัวผู้ถึง 4 เท่า ตัวเมียยังสามารถออกไข่ออกลูกและขยายพันธุ์ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวผู้อีกด้วย จึงทำให้ไรสามารถระบาดทำลายอย่างรวดเร็วและรุนแรงจนเกิดความเสียหาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะที่เส้นใยเห็ดกำลังแผ่ออกไป หากมีไรระบาดจะทำให้เส้นใยขาดออกจากกันและไม่สามารถ

เจริญเติบโตต่อไปได้ เนื่องจากไรพวกนี้ชอบทำลายกัดกินส่วนปลายของเส้นใยที่กำลังเจริญเติบโตและ
 ขั้นสุดท้ายเส้นใยก็จะถูกทำลายขาดกลางท่อน มักพบไรไข่ปลา (*Luciaphorus* sp.) ระบาดในเห็ดหนู
 ที่เพาะเป็นการค้าอยู่ติดกันเป็นแพ ถ้าดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่าที่เห็นสีขาว ๆ กลม เล็ก ๆ นั้นคือ
 ส่วนท้องของไรตัวเมียนั่นเอง และหากมีการระบาดอย่างรุนแรงแล้วก็จะเห็นซากของตัวเต็มวัยที่ตาย
 แล้วด้วยตาเปล่า หรือ เห็นคราบที่ถมอยู่บริเวณปากถุงเห็ด และชั้นที่วางถุงเห็ดอย่างหนาแน่น เห็น
 เป็นผงฝุ่นสีน้ำตาลอ่อนคล้ายขี้เลื่อยละเอียดเต็มไปหมด นอกจากไรไข่ปลาแล้วก็ยังพบไรชนิดอื่นๆ อีก
 หลายชนิดที่ทำลายเห็ดที่ปลูกเป็นการค้าเช่นกัน คือ ไรหยดน้ำ ไรขาวใหญ่ และไรกันชน ดังนั้น หาก
 พบการระบาดของไรชนิดต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดก็อย่าได้นิ่งนอนใจ ควรทำลายและเคลื่อนย้ายถุง
 เห็ดที่ถูกทำลายออกจากโรงเรือนปลูกทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้เป็นอย่างยิ่ง

ศัตรูอื่นๆ

สำหรับศัตรูนอกเหนือที่ได้กล่าวไปแล้วนั้นขณะนี้ก็นับว่ายังไม่รุนแรงและสร้างปัญหาไม่มาก
 นัก แต่มีบางครั้งที่เกิดการระบาดอย่างรุนแรงแต่ช่วงเวลาสั้นๆ ก็หายไป ดังนั้นก็ไม่ควรจะละเลย
 ความสนใจ (ภาพที่ 7.2)



ภาพที่ 7.2 แมลงศัตรูเห็ดที่พบในการเพาะเลี้ยงเห็ด
 ที่มา : กอบเกียรติ (2539)

หลักการบริหารแมลงศัตรูเห็ด

1. การผลิตเห็ดนั้น การรักษาความสะอาดอย่างถูกหลักอนามัยบริเวณรอบโรงเรือนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งอาจกระทำได้โดยการดูแลความสะอาดของผู้เข้าไปปฏิบัติงานหรือผู้เข้าเยี่ยมชมอย่างเคร่งครัด หรือก่อนที่จะนำเอาถุงก้อนอาหารเห็ดเข้าโรงเรือนเพาะ ควรผ่านการฆ่าเชื้ออย่างถูกวิธีทุกครั้ง และก้อนอาหารเห็ดที่เน่าเสียทุกถุงควรนำออกไปทำลายโดยทันที ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใด ถ้าสามารถทำได้เช่นนี้ อย่างน้อยก็จะเป็นการหลีกเลี่ยงหรือลดการเสี่ยงต่อการระบาดของทำลายของแมลงศัตรูเห็ดได้มากกว่า 90%

2. การวางเว้นพักโรงเรือนหรือทำโรงเรือนเพาะให้ว่างเปล่าไว้สักระยะหนึ่ง จะเป็นการตัดวงจรชีวิตทั้งโรคแมลงศัตรูเห็ด ที่ระบาดและสะสมอยู่ในโรงเรือนได้ เช่น เรารู้ว่าหนอนแมลงวันที่ระบาดในเห็ดมีอายุค่อนข้างสั้น และชอบเข้าดักแด้ที่ถุงบรรจุก้อนเห็ดหรือส่วนของเห็ดที่เน่า ถ้าหากเราสามารถตัดช่วงนี้ออกได้ คือไม่มีถุงเห็ดให้วางไข่หรือดักแด้พวกที่เหลือส่วนมากจะตาย หรือมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตน้อยที่สุด และเมื่อโรงเรือนว่างเปล่าก็จะสามารถใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูเห็ดได้

3. ดูแลเอาใจใส่ในความเปลี่ยนแปลงของเห็ดที่เพาะไว้ทุกระยะอย่างละเอียด เท่าที่จะทำได้ โดยหมั่นสังเกต การแสวงหาความรู้หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มเติม เช่น การนำเอาเครื่องดักจับไฟฟ้า ชนิดหลอด (black light) หรือกับดักกาว (sticky-trap) มาใช้ในโรงเรือนเพื่อการคุมปริมาณตัวแก่ของแมลงวันศัตรูเห็ด จะเป็นประโยชน์อย่างมาก โดยจะสามารถแก้ไขปัญหาหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทันที

4. หากมีความจำเป็นหรือหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในการกำจัดโรคและแมลงศัตรูเห็ดไม่ได้ ควรศึกษาถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีใช้ที่ถูกต้อง การออกฤทธิ์ของสารแต่ละชนิด การเลือกใช้สารให้ถูกกับชนิดของแมลงศัตรู ความเป็นพิษของสารและการสลายตัวของสารบนเห็ด เป็นต้น แต่ละชนิดนั้นมีประสิทธิภาพสามารถฆ่าแมลงศัตรูได้ดี แต่ในขณะเดียวกันก็อาจทำให้เกิดผลติดลบจนเสียหายหรือมีพิษตกค้างอยู่มากก็ได้ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ควรอย่างยิ่งที่จะใช้สารเคมีพ่นลงบนเห็ดโดยตรง ควรใช้ในแง่การป้องกันเท่านั้น เช่น ใช้กับพื้นโรงเรือน ชั้นวางเห็ด ตัวอาคาร โรงเรือนเมื่ออยู่ในระยะว่างเว้น หรืออาจใช้สารเคมีผสมกับก้อนอาหารเห็ดก่อนบรรจุถุง หากจำเป็นต้องใช้สารเคมีจริงๆ ควรพิจารณาใช้สารเคมีที่ได้รับการทดสอบจากผู้ทำงานด้านนี้ทั้งในและต่างประเทศแล้ว อาทิ ไดอะซินอน (diazinon) หรือบาซูดิน (basudin) ทีโอดาน (thiodan) มาลาไธออน (malathion) เชื้อจุลินทรีย์บีที (Bt.; *Bacillus thuringiensis*) บางชนิดสามารถระงับการลอกคราบชนิดต่างๆ (chitin synthesis inhibitor) สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ซึ่งมีฤทธิ์ตกค้างค่อนข้างสั้น และสำหรับสารกำจัดโรคนั้น อาจใช้เบนอไมล์ (benomyl) หรือ เบนเลท (benlate) คาร์เบนดาซิม (carbendazim) เป็นต้น

5. สำหรับผู้ที่กำลังจะขยายกิจการเพาะเห็ดให้ใหญ่โตกว้างขวางขึ้นไป ควรวางแผนการจัดการ (management) ในระดับต่างๆ ก่อนลงมือดำเนินการ เช่น การวางแผนล่วงหน้าเกี่ยวกับสายพันธุ์ การอารักขาพืชและการตลาด เป็นต้น ซึ่งควรจะวางแผนไว้ทั้ง 2 แบบ คือ แผนปฏิบัติการเมื่อเหตุการณ์ปกติ และแผนฉุกเฉิน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่ทำให้เสี่ยงต่อการขาดทุนหรือล้มละลาย

บทสรุป

ปัญหาโรคแมลง นับว่ามีความสำคัญเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่แล้วในอากาศ ในน้ำ ในฝุ่นละอองหรือวัสดุเพาะ เกิดการสะสมของเชื้อ เป็นเหตุให้เชื้อโรคเกิดการขยายตัวเพิ่มปริมาณมากขึ้น ดังนั้น ถ้าผู้เพาะเห็ดได้ทำความเข้าใจและให้ความสำคัญของการรักษาความสะอาด และสุขอนามัยของฟาร์มเห็ด (farm hygiene) ตั้งแต่เริ่มเพาะเห็ดจนกระทั่งการออกดอกและเก็บผลผลิตได้ จะช่วยลดปัญหาการเกิดเชื้อราแข่งขัน ราปนเปื้อน หรือโรคเห็ดได้ นอกจากนี้ผู้เพาะเห็ดควรทำความเข้าใจศึกษาเรื่องชีววิทยาของเห็ดแต่ละชนิด รวมทั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคจนกระทั่งความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับการเพาะเห็ด รวมทั้งการวางแผนการจัดตั้งฟาร์มเห็ดและการจัดการฟาร์มด้วย เพื่อใช้เป็นหลักในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

การเก็บเกี่ยว

เมื่อผ่านการเพาะเลี้ยงเห็ดมาระยะหนึ่ง โดยมีการดูแลรักษา การจัดการด้านโรคแมลงศัตรูเห็ดเพื่อลดความเสียหายต่างๆ ที่จะเกิดกับเห็ด กลุ่มของเส้นใยที่เจริญเติบโตเต็มที่ซึ่งรวมตัวกันเป็นดอกเห็ดที่ผู้เพาะเลี้ยงสามารถที่จะเก็บเกี่ยวได้ ซึ่งอายุการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยวจะขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด โดยมีรายละเอียดแตกต่างกันออกไปดังนี้

เห็ดฟาง

เมื่อกองฟางเพาะเห็ดไปแล้ว 3-7 วัน จะเริ่มเห็นตุ่มสีขาวเล็กๆ เกิดขึ้น ตุ่มสีขาวเหล่านี้จะเจริญเติบโตเป็นเห็ดต่อไป ผู้เพาะเลี้ยงจะเริ่มเก็บเห็ดได้ เมื่อเพาะไปแล้วประมาณ 7-10 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิหรือความร้อนที่ได้รับ การที่จะเก็บเห็ดได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับวิธีการเพาะเห็ดและฤดูกาล ในฤดูร้อนและฤดูฝนจะเก็บเห็ดได้เร็วกว่าฤดูหนาว เพราะความร้อนช่วยเร่งการเจริญเติบโตของเห็ด นอกจากนั้น หากใส่อาหารเสริมด้วยแล้วจะทำให้เกิดดอกเห็ดเร็วกว่าไม่ใส่อีกด้วย ดอกเห็ดที่ขึ้นเป็นกระจุกมีทั้งอ่อนและแก่ ถ้ามีดอกเล็กมากกว่าดอกใหญ่ ควรรอเก็บเมื่อดอกเล็กโตหรือรอเก็บชุดหลังเก็บดอกเห็ดขึ้นทั้งกระจุกโดยใช้มือจับทั้งกระจุกอย่างเบาๆ แล้วหมุนซ้าย หรือขวาเล็กน้อย ดึงขึ้นมาพยายามอย่าให้เส้นใยกระทบกระเทือน

เห็ดแชมปิญอง

ภายหลังการคลุมดิน และมีอุณหภูมิความชื้นภายในโรงเรือนที่เหมาะสมนานประมาณ 10-15 วัน เส้นใยเห็ดจะค่อยๆ พัฒนาเป็นตุ่มดอกเล็กๆ สีขาวและเป็นดอกที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ การเก็บดอกเห็ดให้ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับที่โคนดอกเห็ดแล้วบิดเบาๆ จนกระทั่งดอกเห็ดหลุดติดมือออกมา ต้องระมัดระวังอย่าให้ดอกเห็ดเล็กๆ ที่อยู่ข้างเคียงได้รับความกระทบกระเทือน พร้อมกับการนำเห็ดที่ตกค้างในปุยหมักออกให้หมด ถ้าหลงเหลืออยู่จะเน่าและทำให้โรคแพร่ระบาดทำลายเห็ดได้

เห็ดหอม

ในการเก็บผลผลิตเห็ดหอม ควรเก็บดอกเห็ดขณะที่หมวกเห็ดมีรอยแยกจากก้านดอกประมาณ 25% ยังไม่บานเต็มที่หรือขอบหมวกยังงุ้มอยู่ ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดต้องการ และอย่าให้ส่วนของดอกเห็ดเหลือติดอยู่ที่โคนเชื้อจะทำให้เน่าเสียและเกิดโรค ดอกเห็ดไม่ควรมีน้ำมากเกินไป ควรดื่มน้ำก่อนเก็บ เมื่อเก็บดอกเห็ดแล้วบรรจุในถุงพลาสติกไว้ นำเข้าไวดูเย็น สามารถเก็บได้นาน 3-4 สัปดาห์

เห็ดขอนขาว

จะต้องหมั่นเก็บบ่อยๆ เนื่องจากเห็ดขอนขาวเจริญเร็วมาก ควรเก็บในเวลาเช้า บ่าย และค่ำ ซึ่งสามารถเก็บผลผลิตของช่วงบ่ายและค่ำไว้ในตู้เย็น แล้วนำไปจำหน่ายรวมกับผลผลิตที่เก็บในช่วงเช้า ดอกเห็ดในระยะที่ 1 และ 2 ระยะที่มองไม่เห็นครีbsdอกและเริ่มคลี่เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการรับประทานและจำหน่าย การบริโภคควรตัดส่วนโคนออกบ้าง เนื่องจากจะเริ่มเหี่ยวแล้ว

เห็ดหูหนู

หากเพาะในท่อนไม้ ในระยะที่ป่มเชื้อถ้ามีดอกเห็ดหูหนูเจริญออกมาให้ใช้มือลูบดอกเห็ดทิ้งหลังจากที่นำท่อนเชื้อ (ไม้) แช่น้ำแล้ว เห็ดจะเริ่มออกดอก การเก็บผลผลิตสามารถเก็บได้เรื่อยๆ จนกว่าท่อนไม้จะผุ

การเพาะในถุงพลาสติก เมื่อเส้นใยเต็มถุงแล้ว รูดถุงพลาสติกขึ้น ถอดคอขวดออกพับถุงพลาสติกทำเป็นจุก รัดหนังยาง แล้วเอาמידคมกรีดเป็นแนวเฉียง 4 แนวๆ ละ 3 รอย นำไปแขวนหรือตั้งกับพื้นหรือผูกเชือกห้อย ให้มีความชื้น 80-90% ประมาณ 5-7 วัน จะเห็นดอกเห็ดเล็กๆ หลังจากนั้นอีก 5-10 วัน จะเก็บดอกเห็ดได้

เห็ดนางรม นางฟ้า เป้าฮื้อ และ ยานางิ

เปิดถุงเห็ดโดยเอาหนังยางและลวดออก รูดถุงพลาสติกขึ้น และถอดคอขวดออก พับพลาสติกกลับที่เดิม นำก้อนไปเรียงซ้อนกัน หรือใช้ชั้นแขวนพลาสติก หรือวิธีอื่นที่ทำให้ซ้อนกัน ให้มีความชื้นในบรรยากาศ 70-90% อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ขึ้นกับสภาพอากาศ โดยพ่นน้ำเย็นฝอยประมาณ 7-14 วัน ดอกเห็ดเล็กๆ จะเกิดขึ้นและเก็บผลผลิตได้ จะช้าหรือเร็วขึ้นกับชนิดของเห็ด

การลดมลภาวะที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงเห็ด

การลดความเสียหายของสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการเพาะเลี้ยงเห็ด Oei (1991) ได้เสนอไว้เป็นแนวทางหรือข้อปฏิบัติในการจัดแยกลำดับความสำคัญที่จะดำเนินการโดยวิธีการใดๆ เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขณะที่เพาะเลี้ยงและหลังการเพาะเลี้ยง จัดเป็นข้อพึงระวังให้ระลึกไว้เสมอว่าการประกอบกิจกรรมใดๆ เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเห็ดนั้น อาจมีความเสียหายเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ทุกขณะ และอาจเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นจนไม่สามารถแก้ไขได้ทันการ แนวทางที่ถูกต้องนั้นผู้ประกอบการจะต้องวางแผนป้องกันล่วงหน้าไว้ก่อนเท่านั้น

การเพาะเลี้ยงเห็ด (mushroom cultivation) จะมีการใช้ปัจจัยต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์หลายรูปแบบ เช่น วัสดุเหลือใช้การเกษตร เชื้อเห็ด พลาสติก สารป้องกันกำจัดศัตรูเห็ด เชื้อเพลิง หรือพลังงานหลายรูปแบบ ถูกนำมาใช้ในกระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดเมื่อผ่านกระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดแล้ว จะยังมีการดำเนินการต่อเนื่องเพื่อจัดการกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้น โดยมีให้ผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมทั่วไป

จะเห็นว่าเราสามารถนำสิ่งต่างๆที่เป็นผลจากการเพาะเลี้ยงไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ในบางเรื่องนั้นยังเป็นที่น่าคิดว่า จะสามารถดำเนินการได้อย่างไรจึงจะเหมาะสม (ภาพที่ 7.3)



ภาพที่ 7.3 ขบวนการเพาะเลี้ยงเห็ด

จากภาพที่ 7.3 นั้น ข้อ 1. วัสดุเหลือใช้ในการเกษตรจะถูกเปลี่ยนเป็นวัสดุเพาะเห็ดเมื่อผ่านกระบวนการเพาะเลี้ยงเห็ดแล้วสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงดินและปุ๋ย (soil conditioner or fertilizer) ข้อ 2. เชื้อเห็ดจะถูกเปลี่ยนไปเป็นเห็ดเพื่อใช้บริโภค ซึ่งผลเป็นไปในทางบวกสำหรับพลาสติกจะสามารถเก็บรวบรวมเพื่อนำไปแปรรูปมาใช้ได้อีก ส่วนสารเคมีนั้นอาจก่อความเสียหายตกค้างกับวัสดุต่างๆ หรือแม้กระทั่งในเห็ดที่ใช้บริโภค จึงควรระมัดระวังเลือกใช้สารที่สลายตัวได้เร็วหรือมีพิษตกค้างน้อย ซึ่งอาจใช้เป็นสารสกัดจากพืชได้ สำหรับเชื้อเพลิงที่จะให้พลังงานความร้อนเกิดขึ้นนั้นจะมีผลให้เกิด CO₂ เพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ และเป็นสิ่งพึงระมัดระวังเป็นอย่างยิ่ง

บทที่ 8

สถานการณ์การผลิตเห็ด

การผลิตเห็ดของโลก

ในแต่ละปีทั่วโลกจะมีการผลิตเห็ดประมาณ 4.27 ล้านตัน เห็ดที่ผลิตมากที่สุดคือเห็ดแชมปิญอง (*Agricus bisporus*) ประมาณ 38% ของผลผลิตเห็ดทั้งหมด ส่วนใหญ่มีแหล่งผลิตที่ยุโรป อเมริกาเหนือ จีน และออสเตรเลีย รองลงมาคือเห็ดนางฟ้า นางรม (*Pleurotus* sp.) มีผลผลิตประมาณ 25% ส่วนเห็ดฟาง (*Volvariella volvacea*) จะถูกผลิตในแถบร้อนชื้นของเอเชีย เช่น จีน ไต้หวัน ไทย อินโดนีเซีย มีการผลิตประมาณ 16% ของผลผลิตเห็ดทั่วโลก สำหรับเห็ดหอม (*Lentinus edodes*) จะผลิตโดยเฉพาะบนท่อนไม้ในญี่ปุ่น จีน และเกาหลีใต้ ประเทศที่ผลิตเพื่อส่งออกมาก ได้แก่ จีน ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น

การผลิตเห็ดของไทย

จากรายงานของชาญยุทธ์ (2544) ระบุว่า ปี พ.ศ. 2544/2545 คาดว่าผลผลิตเห็ดจะมีประมาณ 121,900 ตัน มูลค่า 5,446 ล้านบาท โดยในปริมาณการผลิตนี้ จะก่อให้เกิดธุรกิจหมุนเวียน ได้แก่ การจำหน่ายเห็ด วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ธุรกิจบริการ และธุรกิจแปรรูป มีมูลค่าไม่ต่ำกว่า 12,000 ล้านบาท (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตและมูลค่าของเห็ดชนิดต่างๆ ของประเทศไทย ปี 2544/2545

ชนิดเห็ด	ผลผลิต		ราคาเฉลี่ย (บาท/กิโลกรัม)	มูลค่า (ล้านบาท)
	ตัน	(%)		
เห็ดฟาง	84,000	(68.9)	45	3,780
เห็ดสกุลนางรม	15,000	(12.3)	20	300
เห็ดหูหนู	14,000	(11.5)	20	280
เห็ดหอม	3,000	(2.5)	100	300
เห็ดแชมปิญอง	900	(0.7)	40	36
เห็ดอื่นๆ เช่น เห็ดเข็มทอง เห็ดลม และเห็ดแครง	5,000	(4.1)	150	450
รวม	121,900		-	5,446

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร, (2544.อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

สำหรับการส่งออกในปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณ 3,153 ตัน มีมูลค่า 192.9 ล้านบาท และมีบางส่วนส่งออกโดยผ่านทางชายแดน ไม่สามารถเก็บสถิติได้ โดยรวมแล้วมีการส่งออกเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น ส่วนการบริโภคภายในประเทศมีถึงร้อยละ 95 ถ้าวิเคราะห์สถานการณ์ในการส่งออกจะ

พบว่า เห็ดมีโอกาขยายตัวได้ ทั้งเห็ดฟาง เห็ดเป่าฮื้อ เห็ดหูหนู และเห็ดอื่นๆ จึงควรประชาสัมพันธ์เห็ดของไทยที่สามารถส่งไปจำหน่ายยังตลาดประเทศเพื่อนบ้านใกล้เคียงให้มากขึ้น ได้แก่ สิงคโปร์ มาเลเซีย และบรูไน ซึ่งมีศักยภาพสูงในการซื้อผลผลิต (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเห็ดของไทย ช่วงปี พ.ศ. 2539-2543

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

รายการ	2539		2540		2541		2542		2543	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
เห็ดแห้ง	54	10.4	45	7.1	38	9.4	113	12.5	39	8.9
เห็ดสด	46	6.0	78	10.9	96	14.1	145	19.7	-	-
เห็ดกระป๋อง	4,577	188.4	3,452	182.2	3,082	211.8	3,138	224.3	3,114	184
รวม	4,677	204.8	3,575	200.2	3,216	235.3	3,396	256.5	3,153	192.9

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544, อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ในปีเดียวกันนี้มีการนำเข้าประมาณ 888 ตัน เป็นมูลค่า 86.3 ล้านบาท แต่สิ่งที่น่าเป็นห่วงกลับเป็นการนำเข้าตามแนวชายแดนโดยการถือเข้ามาและการถือกลับไปในลักษณะเป็นของฝากจากการท่องเที่ยว โดยไม่สามารถเก็บตัวเลขได้ ประมาณว่ามีการนำเข้าเห็ดหอมแห้งและเห็ดหูหนูขาวไม่ต่ำกว่า 500 ล้านบาทต่อปี (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเห็ดของไทย ช่วงปี พ.ศ. 2539-2543

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

รายการ	2539		2540		2541		2542		2543	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
เห็ดแห้ง	416	75.3	296	48.2	137.3	14.5	180	15.4	427	35.4
เห็ดสด	-	-	-	-	45.9	2.1	-	-	-	-
เห็ดกระป๋อง	868	65.9	835	63.7	770.7	704	828	68.8	461	50.9
รวม	1,284	141.2	1,131	111.9	953.9	87	1,008	84.2	888	86.3

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

สำหรับราคาจำหน่ายเห็ดสดซึ่งเป็นราคาเฉลี่ยตลอดทั้งปี จะพบว่า เห็ดฟางซึ่งเป็นเห็ดที่ได้รับความนิยมสำหรับบริโภคและผลิตกันมากและมีราคาสูงตลอดทั้งปี คือประมาณ 80 บาทต่อกิโลกรัม แต่เห็ดหอมสดจะมีราคาสูงกว่า คือประมาณ 120 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่เห็ดสกุลนางฟ้า นางรมที่นิยมบริโภคแพร่หลาย มีราคาขายปลีกประมาณ 60 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ราคาเห็ดสดในประเทศ (คละเกรด)

ชนิดเห็ด	ราคา (บาท/กิโลกรัม)	
	ขายส่ง	ขายปลีก
เห็ดฟาง	45-50	80
เห็ดนางฟ้านางรม	15-18	60
เห็ดเป๋าฮื้อ	25	70
เห็ดหอม	80-90	120
เห็ดหูหนู	20	50-60
เห็ดหลินจือ	700-800	1,000
เห็ดแครง	50	80
เห็ดลม	40	80
เห็ดขอนขาว	25-30	50
เห็ดตีนแรด	60	100-200

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ประเภทของการผลิตเห็ดในไทย

แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. การผลิตเห็ดในถุงพลาสติก ใช้เชื้อเลี้ยงเป็นวัสดุหลักบรรจุในถุงพลาสติกสำหรับเพาะเลี้ยงเห็ดทั่วไป เช่น เห็ดสกุลนางฟ้า นางรม เห็ดหอม เห็ดลม และเห็ดหูหนู เป็นต้น
2. การผลิตเห็ดบนวัสดุเพาะโดยตรง ส่วนใหญ่จะใช้ฟางหมักหรือปุ๋ยหมักเป็นวัสดุเพาะ เช่น การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ย การเพาะเห็ดฟางและเห็ดกระดุมในโรงเรือน เป็นต้น
3. การผลิตเห็ดบนท่อนไม้ ใช้ท่อนไม้เจาะรู บรรจุอาหารและหัวเชื้อเห็ด จะมีอายุเก็บเกี่ยวได้นาน เช่น เห็ดหูหนู เห็ดหอม เห็ดลม เป็นต้น

ต้นทุนการผลิต ผลตอบแทนและตลาดเห็ดไทย

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของเห็ดถุง

การผลิตเห็ดถุงทั่วไปจะมีต้นทุนประมาณ 2.50 บาทต่อถุง และส่วนใหญ่จะให้ผลผลิตเฉลี่ย 200-300 กรัมต่อถุง หากสามารถได้ผลผลิต 200 กิโลกรัมต่อ 1,000 ถุง และจำหน่ายได้กิโลกรัมละ 15 บาท จะมีกำไร 2.50 บาทต่อกิโลกรัม และหากผลผลิตเพิ่มเป็น 300 กิโลกรัมต่อถุงและจำหน่ายได้ในราคากิโลกรัมละ 10 บาท จะได้กำไร 1.67 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนในการผลิตเห็ดถั่ง

ผลผลิต (กก./1,000 ถั่ง)	ต้นทุน (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/กิโลกรัม)						
		กำไร (+) / ขาดทุน (-) จากราคาขาย						
		10 บาท/กก.	15 บาท/กก.	18 บาท/กก.	20 บาท/กก.	25 บาท/กก.	40 บาท/กก.	50 บาท/กก.
100	25.00	-15.00	-10.00	-7.00	-5.00	-	+15.00	+25.00
150	16.67	-6.67	-1.67	+1.33	+3.33	+8.33	+23.33	+33.33
200	12.50	-2.50	+2.50	+5.50	+7.50	+12.50	+28.50	+38.50
250	10.00	-	+5.00	+8.00	+10.00	+15.00	+30.00	+40.00
300	8.35	+1.67	+6.67	+9.67	+11.67	+16.67	+31.67	+41.67

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ในทางปฏิบัติสามารถเพิ่มผลตอบแทนในการเพาะเห็ดได้โดย

1. ลดต้นทุนการผลิตต่อถั่งให้เหลือ 2.00 บาท
2. เพิ่มผลผลิตต่อถั่งให้ได้ 300-350 กรัม/ถั่ง โดยอาศัยการดูแลรักษา ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้สม่ำเสมอ รวมทั้งการดูแลรักษาความสะอาดภายในโรงเรือน จะทำให้เห็ดออกดอกได้อย่างต่อเนื่อง
3. จำหน่ายผลผลิตในราคาที่สูงขึ้น โดยรวมกลุ่มกันจำหน่าย ราคาจำหน่ายไม่ควรต่ำกว่า 15 บาท/กิโลกรัม โดยทำข้อตกลงสัญญาล่วงหน้า การบรรจุขายในถั่งขนาดย่อมน้ำหนัก 100-200 กรัม/ถั่ง จะได้ราคาสูงกว่าจำหน่ายเป็นกิโลกรัม เฉลี่ย 40-50 บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของการเพาะเห็ดฟางบนวัสดุเพาะโดยตรง

การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยจะใช้ต้นทุนที่ต่ำกว่า กล่าวคือต้นทุน 13 บาทต่อกิโลกรัม และเพาะได้ในฤดูร้อนกับฤดูหนาวเท่านั้น สำหรับเห็ดฟางกองเตี้ยจะได้ผลผลิตเฉลี่ย 1-2 กิโลกรัมต่อกอง จะมีกำไรเกิดขึ้นหากจำหน่ายได้ในราคากิโลกรัมละ 25 บาท ส่วนการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือนสามารถทำได้ตลอดปี และจะมีกำไรหากจำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 30 บาทขึ้นไป หากผลิตเชื้อเห็ดฟางเองและใช้วัสดุเพาะในท้องถิ่น จะสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ประมาณการต้นทุนและผลตอบแทนการเพาะเห็ดฟาง

วิธีการเพาะ	ต้นทุน (บาท/กก.)	ผลตอบแทน (บาท/กิโลกรัม)					
		กำไร (+)/ขาดทุน (-) จากราคาขาย					
		25 บาท/กก.	30 บาท/กก.	35 บาท/กก.	40 บาท/กก.	45 บาท/กก.	50 บาท/กก.
1. ใช้ฟางข้าว กองเตี้ย	13.00	+12.00	+17.00	+22.00	+27.00	+32.00	+37.00
2. ใช้ก้อนเชื้อเห็ดที่ทิ้งแล้ว	13.33	+11.67	+16.67	+21.67	+26.67	+31.67	+36.67
3. ใช้เพาะในโรง เรือน	29.41	-4.41	+0.59	+5.59	+10.59	+15.59	+20.59

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ต้นทุนการเพาะเห็ดบางชนิด

เห็ดฟาง 1 กอง ขนาดกว้าง 35 ซม. X ยาว 120 ซม. X สูง 45 ซม. มีต้นทุนประมาณ 13 บาท

เห็ดฟางในโรงเรือน มีต้นทุนการผลิต ดังนี้

- ค่าวัสดุอุปกรณ์ของโรงเรือนขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 2.5 เมตร สามารถใช้งานได้ 3-5 ปี เป็นเงิน 3,000 บาท

- อุปกรณ์ประกอบในโรงเรือน (ผ้าพลาสติกเคลือบ เทอร์โมมิเตอร์ เตาศรุษภูมิฯ ท่อน้ำ ใส่น้ำร้อน ฯลฯ) เป็นเงิน 10,000 บาท

รวมค่าวัสดุอุปกรณ์ถาวร 13,000 บาท

- ค่าวัสดุสิ้นเปลือง (ปุ๋ยหมักและเชื้อเห็ดฟาง) 1,500 บาทต่อครั้งต่อโรงเรือน และผลิตเห็ดได้ประมาณ 12 ครั้งต่อปี

เห็ดสกุลนางฟ้านางรม และเห็ดหนู

- ค่าวัสดุอุปกรณ์ในโรงเรือน กว้าง 3 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 2.50 เมตร (มีอายุใช้งาน 3-5 ปี) เป็นเงิน 3,000 บาท

- ค่าวัสดุประกอบโรงเรือน เช่น สายยาง ผ้าพลาสติก เป็นเงิน 500 บาท

รวมค่าวัสดุอุปกรณ์ถาวร 3,500 บาท

- ค่าก้อนเชื้อเห็ดถุงละ 2.50-3.50 บาท เพาะเลี้ยงได้ 3,000 ก้อนต่อรุ่น มีต้นทุนเฉลี่ย 10 บาทต่อกิโลกรัม

ราคาเห็ดสด

ราคาเห็ดสด : เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดหนู และเห็ดเป่าฮื้อที่เกษตรกรจำหน่ายได้ (ตารางที่ 7-10)

ตารางที่ 7 ราคาเห็ดฟาง พ.ศ. 2540-2543

หน่วย: บาท/กิโลกรัม

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2540	51.38	39.46	41.00	39.22	36.70	50.50	48.33	48.21	50.98	48.40	48.56	*	41.90
2541	48.71	43.94	47.88	45.23	51.17	50.28	50.23	48.15	47.56	46.52	48.85	53	48.46
2542	44.41	47.67	44.94	47.67	43.99	41.57	42.88	43.34	42.23	*	*	*	44.30
2543	54.00	55.00	55.50	55.70	77.00	49.90	50.30	65.10	46.20	50.00	62.20	49.60	55.88

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ตารางที่ 8 ราคาเห็ดนางฟ้า ปี พ.ศ. 2540-2543

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2540	20.09	22.50	22.71	20.84	23.67	21.78	21.63	23.37	25.20	24.88	24.88	*	20.96
2541	25.29	32.38	31.93	30.87	35.41	32.78	28.69	24.80	22.92	20.74	19.48	19.72	27.08
2542	23.24	21.07	23.35	24.29	23.06	23.42	26.57	24.89	24.71	*	*	*	23.84
2543	19.10	14.70	27.75	23.70	25.70	22.10	21.90	22.30	19.70	19.20	20.60	16.75	21.13

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ตารางที่ 9 ราคาเห็ดหูหนู ปี พ.ศ. 2540-2543

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2540	29.00	18.25	17.00	15.50	19.50	37.50	43.00	26.50	33.40	41.17	41.17	*	26.88
2541	31.59	40.75	33.73	43.22	50.92	39.50	68	63	61.75	58	51	38	48.29
2542	15.20	14.80	19.30	20.50	26.50	22.50	24.00	26.00	17.70	20.40	23.10	31.50	21.79
2543	26.70	17.60	16.10	19.50	28.10	26.00	25.70	26.60	22.10	19.70	27.00	14.85	22.45

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

ตารางที่ 10 ราคาเห็ดเป๋าฮื้อ ปี พ.ศ. 2536-2539

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
2536	20.00	20.00	20.00	21.00	23.00	20.00	21.50	20.50	22.50	31.00	28.00	25.00	22.71
2537	25.00	25.00	25.00	27.75	26.75	28.40	27.50	25.00	25.00	26.25	23.30	25.00	25.82
2538	23.00	22.50	23.12	25.00	23.87	20.00	24.12	24.37	22.75	27.50	23.25	20.75	23.38
2539	23.50	18.67	21.25	21.90	20.00	19.00	*	*	*	*	*	*	*

หมายเหตุ * หมายถึงไม่มีข้อมูล และเป็นข้อมูลได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2544 อ้างโดย ชาญยุทธ์, 2544)

การตลาด

ตลาดเห็ดสำหรับประเทศไทยมีการผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศ คิดเป็นร้อยละ 95 ส่วนการผลิตเพื่อส่งออกคิดเป็นร้อยละ 5 ได้แก่ เห็ดแห้ง เห็ดสดหรือแช่เย็น และเห็ดบรรจุกระป๋อง เห็ดที่ผลิตออกมามีตลาดจำหน่ายใน 2 รูปแบบ คือ

1. ตลาดสด

1.1 ตลาดขายส่ง เป็นตลาดที่เป็นแหล่งรวบรวมผลผลิตเห็ดในปริมาณมาก ๆ สำหรับตลาดสดเพื่อค้าเห็ดโดยเฉพาะยังไม่มี จึงทำให้ผู้เพาะเห็ดยังไม่ทราบราคาผลผลิตที่แน่นอนได้ ต้องส่งเห็ดไปขายแล้วจึงจะทราบราคา ราคาผลผลิตค่อนข้างต่ำ ผลผลิตที่ขายมีการสูญเสียมากพอสมควร เนื่องจากไม่มีห้องเย็น

1.2 ตลาดใกล้บ้าน เป็นตลาดผู้เพาะเห็ดส่งขายชนิดทั่วไป ขายได้แน่นอน มีปริมาณและชนิดชัดเจน ราคาที่ขายได้เป็นไปตามกลไกของตลาด ควรมีการประกันราคาหรือแจ้งราคาขายล่วงหน้า

1.3 ตลาดค้าปลีกหรือการขายตรง การขายวิธีนี้จะต้องมีผลผลิตตามที่ลูกค้าต้องการเช่น การขายผลผลิตตามงานต่างๆ ของเกษตรกร วิธีนี้ทำให้ได้ราคาสูง ผู้ขายเป็นผู้กำหนดราคา แต่ขายผลผลิตได้ไม่มากเท่าการขายในตลาดทั่วไป

1.4 ตลาดซูเปอร์มาร์เก็ต การขายในตลาดนี้น่าสนใจ เนื่องจากมีตลาดที่แน่นอน แต่มีข้อจำกัดในเรื่องการให้เครดิตซึ่งใช้ระยะเวลานานกว่าจะได้รับเงินกลับคืน ต้องมีผลผลิตส่งออกให้ต่อเนื่อง และรวมทั้งผลผลิตต้องมีคุณภาพสูง

2. ตลาดแปรรูป

2.1 โรงงานแช่แข็ง สามารถทำได้กับผลผลิตทุกชนิด แต่ต้องเป็นไปตามคำสั่งซื้อ สิ่งที่ต้องระมัดระวัง คือ คุณภาพของสินค้าและการปนเปื้อน ขณะนี้ยังมีการผลิตน้อยเนื่องจากยังมีปริมาณเห็ดสดออกมามาก และหาได้ง่าย จึงมีคณานิยมบริโภคน้อย

2.2 โรงงานบรรจุกระป๋อง ส่วนใหญ่เป็นเห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า และเห็ดแชมปิญอง ขึ้นอยู่กับฤดูกาลผลิตและตามคำสั่งซื้อ ราคาเห็ดจะต่ำกว่าราคาในตลาดสด ทำให้ผู้ผลิตไม่ค่อยสนใจ แม้จะมีตลาดที่แน่นอน

2.3 เห็ดแห้ง ส่วนใหญ่จะเป็นเห็ดหูหนู แต่ก็มีเห็ดสกุลนางรมอยู่บ้าง ถ้าสามารถผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพตามคำสั่งซื้อ และทำได้อย่างต่อเนื่อง น่าจะขยายตลาดได้เพิ่มขึ้น

2.4 เห็ดแปรรูปต่างๆ เช่น การทำแห้งในรูปอบ ทอดหรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ นับเป็นตลาดอีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจและคนไทยสามารถทำได้ เนื่องจากเรามีผลิตภัณฑ์ที่เป็นอาหารจากเห็ดมากมาย ไม่ว่าจะเป็นเห็ดนมเห็ด เห็ดสวรรค์ น้ำพริก ข้างเกียบ ทองม้วน น้ำปลา ซีอิ๊ว และลูกชิ้นเห็ด เป็นต้น ซึ่งยังสามารถขยายตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศได้อีกมาก โดยเฉพาะเห็ดที่ถือว่าเป็นโปรตีนสูง ถ้านำมาแปรรูปเป็นของขบเคี้ยวสำหรับเด็กได้ก็จะมีคุณค่าในทางอาหารมากเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเห็ดเป็นอาหารที่สามารถบริโภคได้ประจำวัน และราคาต่อหน่วยการบริโภคยังถือว่าอยู่ในระดับต่ำ

ปัญหาในการผลิตเห็ดและแนวทางแก้ไข

ปัญหาหลักในการผลิตเห็ดที่พบทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ประกอบด้วย

1. ปัญหาในการผลิต ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันคือ ราคาวัสดุอุปกรณ์ที่เป็นปัจจัยสำคัญมีราคาสูงขึ้น วัสดุเหล่านี้ได้แก่ ขี้เลื่อย ถุงพลาสติก รวมทั้งหัวเชื้อเห็ด นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายของโรค

หรือเชื้อจุลินทรีย์ ตลอดจนแมลงศัตรูเห็ดในแหล่งที่ผลิตเห็ดมาเป็นระยะเวลานาน และขาดการดูแล ระวังรักษาที่ควรจะเป็น ซึ่งจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

2. ปัญหาการตลาด ราคาจำหน่ายเห็ดมีความแปรปรวนและมีแนวโน้มลดต่ำลง หรือมีการ แข่งขันการผลิต แต่ตลาดมีจำกัด รวมทั้งปัญหาการตลาดระดับประเทศที่เป็นผลจากการเปิดเขต การค้าเสรี

แนวทางแก้ไขที่ควรเร่งรีบดำเนินการ อาจทำได้โดย

1. ส่งเสริมการผลิต

1.1 ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันผลิต เช่น กลุ่มผู้ผลิตเห็ดหอม เห็ดฟาง เป็นต้น รวมทั้ง กลุ่มผู้จำหน่าย โดยรวบรวมผลผลิต จัดเกรด จำหน่าย จะทำให้เพิ่มอำนาจต่อรองทางการตลาดมาก ยิ่งขึ้น

1.2 วิจัยและพัฒนารูปแบบการผลิต เช่น การปรับปรุงพันธุ์ให้ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ในประเทศไทย การเพาะเลี้ยงเห็ดป่า การปรับปรุงสูตรอาหาร (วัสดุเพาะ) การวิจัยวัสดุทดแทนฟาง และขี้เลื่อย การพัฒนาโรงเรือนเพาะเลี้ยงเห็ด

1.3 สร้างแหล่งเชื้อพันธุ์เห็ดที่มีมาตรฐาน ตรงตามพันธุ์ และมีเส้นใยแข็งแรง ให้บริการ เกษตรกรอย่างทั่วถึงและมีราคาถูกลง

1.4 จัดแหล่งเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่รวดเร็ว ทันสมัยเป็นปัจจุบัน เช่น แหล่งรับซื้อ สถานที่ จำหน่ายวัสดุอุปกรณ์ แหล่งหั่วเชื้อเห็ด ตลอดจนสำรวจราคาเห็ดให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงเห็ด

1.5 รณรงค์ให้เกษตรกร บริหารศัตรูเห็ดโดยไม่ใช้สารเคมี เพื่อผลิตเห็ดที่มีคุณภาพสูงและปลอดภัยต่อการบริโภคและสภาพแวดล้อม

1.6 รณรงค์ให้ประชาชนทั่วไปรู้ถึงคุณค่าทางโภชนาการของเห็ด รวมทั้งสนับสนุนการเก็บ รักษา และการแปรรูป เพื่อให้มีความหลากหลาย เป็นทางเลือกต่อการบริโภคเห็ด

1.7 ส่งเสริมการทำสวนป่าเห็ด เช่น การนำก้อนเห็ดไปเปิดดอกในสวนป่า หรือนำเชื้อเห็ด เพาะปลูกในป่าโดยเฉพาะเห็ดไมคอร์ไรซา เพื่อให้เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติ ไม้ป่าหลายชนิด เช่น พยอม เต็ง รัง ทองหลวง และยูคาลิปตัส ส่วนของรากไม้เหล่านี้จะเป็นแหล่งผลิตเห็ดหล่ม เห็ดแดง เห็ดเผาะ เห็ดตีนแรดหรือเห็ดจั่น เห็ดโคนหรือเห็ดปลวก เห็ดตับเต่าหรือเห็ดห้า

1.8 จัดประชุมวิชาการทั้งระดับนานาชาติ และระดับภาคหรือระดับท้องถิ่นเพื่อแลกเปลี่ยน ประสบการณ์และเทคโนโลยีใหม่ทั้งในกลุ่มนักวิชาการและกลุ่มเกษตรกร

2. ส่งเสริมการตลาด ปรับปรุงเพื่อส่งเสริมระบบการตลาดของเห็ด โดยกำหนดแนวทางให้ การตลาดนำการผลิต ทั้งตลาดสด (Fresh market) และตลาดเห็ดแปรรูป (Processing) และมุ่ง เพิ่มตลาดทั้งในและต่างประเทศ

บทที่ 9

การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิสูงในการเจริญเติบโต

การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิสูงในการเจริญเติบโตในบทนี้ จะกล่าวถึงการเพาะเห็ดตามลำดับดังนี้

1. เห็ดฟาง
2. เห็ดนางรม
3. เห็ดนางฟ้า (หรือเห็ดนางรมอินเดีย) เห็ดนางฟ้าภูฐาน (หรือเห็ดนางรมภูฐาน หรือเห็ดภูฐาน)
4. เห็ดเป๋าฮื้อ
5. เห็ดลม (เห็ดกระด้าง)
6. เห็ดหูหนู
7. เห็ดขอนขาว
8. เห็ดหลินจือ
9. เห็ดยานางิ

เห็ดฟาง

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

ประมาณ 60 ปี ที่ผ่านมามีประเทศไทยได้เริ่มเพาะเห็ดฟางเพื่อใช้ในการบริโภค โดยอาศัยหลักวิชาการเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์และผลิตหัวเชื้อ เห็ดฟางได้รับความนิยมเพาะเลี้ยงและนำมาใช้บริโภคมาโดยตลอด ทั้งนี้เพราะ

1. เป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าสำคัญ โดยเฉพาะประกอบด้วยโปรตีน หากเปรียบเทียบกับถั่วซึ่งมีโปรตีนสูงในลักษณะเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งแล้ว เห็ดฟางจะมีโปรตีนสูงกว่า คือ เห็ดฟางมีโปรตีนระหว่าง 37.5-45 เปอร์เซ็นต์ ถั่วมีโปรตีนระหว่าง 20-32 เปอร์เซ็นต์
2. สามารถใช้วัสดุเหลือใช้มาเพาะ โดยใช้ฟางข้าวที่ได้จากการเก็บเกี่ยว ในแต่ละปีมีฟางข้าวในปริมาณสูงถึง 37 ล้านตัน ซึ่งฟางข้าวหนัก 10 กิโลกรัม สามารถนำไปใช้ผลิตเห็ดได้ 1 กิโลกรัม (วิลาวรรณ, 2539) และยังสามารถนำฟางหมักเหล่านี้ ไปใช้เป็นปุ๋ยหมักได้ประโยชน์แก่ดินและต้นพืชต่อไป

3. กรรมวิธีในการเพาะไม่ยุ่งยาก ใช้อุปกรณ์และพื้นที่น้อย เช่น พื้นที่ 1 ไร่ สามารถเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยได้ 200-300 กอง ผลิตรวมได้กว่า 200 กิโลกรัม การเพาะในโรงเรือนมีชั้นวางจะประหยัดพื้นที่มากกว่านี้ และโรงเรือนขนาด 5 x 6 เมตร ผลิตรวมได้ 100 กิโลกรัม/20 วัน

4. การเพาะเห็ดฟางใช้เป็นอาชีพเสริม เพิ่มรายได้ให้แก่ครอบครัว และเป็นอาชีพหลักได้หากมีการจัดการที่ดีพอ

5. ในด้านคุณค่าทางอาหารของเห็ดฟาง สามารถแยกรายละเอียดตามตารางที่ 9.1, 9.2 และ 9.3 ดังนี้

ตารางที่ 9.1 คุณค่าทางอาหารของเห็ดฟางแห้ง วิเคราะห์โดยกรมวิชาการเกษตร

คุณค่าทางอาหาร	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น (initial moisture)	88.4
โปรตีน (crude protein)	33.1 (ของน้ำหนักแห้ง)
ไขมัน (fat)	6.4 (ของน้ำหนักแห้ง)
คาร์โบไฮเดรต (total carbohydrate)	60.0 (ของน้ำหนักแห้ง)
เยื่อใยหรือกาก (fiber)	11.9 (ของน้ำหนักแห้ง)
เถ้า (ash)	12.6 (ของน้ำหนักแห้ง)
พลังงาน (energy value)	338 กิโลแคลอรี

ที่มา : ชาญยุทธ์ และคณะ (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 9.2 คุณค่าทางอาหารของเห็ดฟางสด

เห็ดฟางสด	เปอร์เซ็นต์ (%)
ความชื้น (initial moisture)	88.9
โปรตีน (crude protein)	3.4 (วิเคราะห์รวมน้ำในเห็ด)
ไขมัน (fat)	1.8 (วิเคราะห์รวมน้ำในเห็ด)
คาร์โบไฮเดรต (total carbohydrate)	3.9 (วิเคราะห์รวมน้ำในเห็ด)
เยื่อใยหรือกาก (fiber)	1.4 (วิเคราะห์รวมน้ำในเห็ด)
เถ้า (ash)	-
พลังงาน (energy value)	4.4 แคลอรี

ที่มา : ชาญยุทธ์ และคณะ (ม.ป.ป.)

ตารางที่ 9.3 เกลือแร่และวิตามินในเห็ดฟาง 100 กรัม

เกลือแร่และวิตามิน	มิลลิกรัมใน 100 กรัม
แคลเซียม (Ca)	71.0
ฟอสฟอรัส (P)	667.0
เหล็ก (Fe)	17.1
โซเดียม (Na)	374.0
โพแทสเซียม (K)	3,455.0
วิตามินบี 1 (thiamine)	1.2
วิตามินบี 2 (riboflavin)	3.3
วิตามินซี (ascorbic acid)	71.0
ไนอาซิน (niacine)	20.2

ที่มา : ชาญยุทธ์ และคณะ (ม.ป.ป.)

จากตารางเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า เห็ดฟางมีคุณค่าทางอาหารสูง การบริโภคเห็ดเป็นส่วนประกอบร่วมกับอาหารหมู่ต่างๆ จะช่วยให้ร่างกายมนุษย์ได้รับสารอาหารเพียงพอต่อการดำรงชีพได้เป็นอย่างดี

สัณฐานวิทยาและชีววิทยาของเห็ดฟาง

เดิมคนไทยเรียกเห็ดฟางว่า เห็ดบัว เพราะมีเกิดขึ้นได้เองในกองเปลือกเมล็ดบัวที่กะเพาะเอาเมล็ดภายในออกแล้ว ต่อมาเมื่อมีการส่งเสริมให้ใช้ฟางเพาะจึงนิยม เรียกว่า เห็ดฟาง

เห็ดฟางหรือ Straw mushroom มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Volvariella volvacea* (Bull-ex Fr.) Sing มีการจำแนกเป็นดังนี้

การจำแนกเห็ดฟาง

Division	Eumycota
Subdivision	Basidiomycotina
Class	Hymenomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales (agarics)
Family	Pleuteaceae (Volvariaceae)
Genus	<i>Volvariella</i>
Specie	<i>volvacea</i> (Bull-ex Fr.) Sing
variety	จีน, ไทย

สัณฐานวิทยา

เป็นเห็ดที่มีลักษณะดอกโตปานกลาง สีของเปลือกหุ้มรวมทั้งหมดดอก มีสีขาว เทาอ่อน ไปจนถึงดำ ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และสภาพแวดล้อม เส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเมื่อโตเต็มที่ ประมาณ 4-12 เซนติเมตร หลังจากดอกเห็ดพัฒนาจากเส้นใยชั้น 2 มารวมกัน สามารถแบ่งรูปร่างทางสัณฐานวิทยาเป็น 6 ระยะ คือ

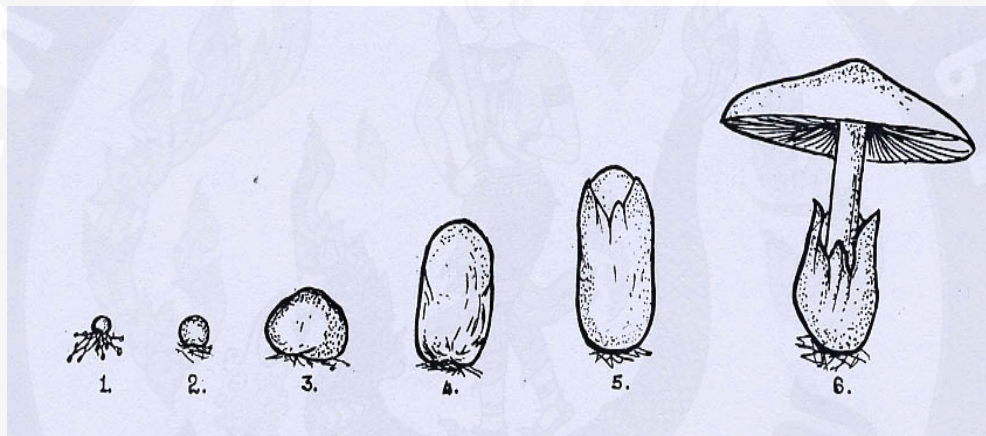
ระยะที่ 1 ระยะเริ่มแรกจากการเกิดดอก หรือระยะเข็มหมุด (pinhead stage) หลังการโรยเชื้อเห็ดแล้ว 5-7 วัน เส้นใยจะมารวมตัวกันเป็นจุดสีขาว มีขนาดเล็ก (ที่อุณหภูมิประมาณ 28-32 องศาเซลเซียส)

ระยะที่ 2 ระยะดอกเห็ดเป็นกระดุมเล็ก (tiny button stage) หลังจากระยะแรก 15-30 ชั่วโมง หรือ 1 วัน ดอกเห็ดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เป็นรูปดอกเห็ดลักษณะกลมยกตัวขึ้นจากวัสดุเพาะ

ระยะที่ 3 ระยะกระดุม (button stage) หลังจากระยะ 2 ประมาณ 12-20 ชั่วโมง หรือ 1 วัน ทางด้านฐานโตกว่าส่วนปลาย แต่ยังมีลักษณะกลมหรืออยู่ภายในมีการแบ่งตัวเป็นก้านดอกและครีบดอก

ระยะที่ 4 ระยะรูปไข่ หรือระยะดอกตูม (egg stage) เป็นระยะต่อเนื่องจากระยะที่ 3 หากมีอุณหภูมิสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาเพียง 8-12 ชั่วโมง ดอกเห็ดเริ่มมีการเจริญเติบโตทางความยาวของก้านดอกและความกว้างของหมวกดอก เปลือกหุ้มดอกบางลง และเรียวยาวขึ้นคล้ายรูปไข่ ส่วนมากจะนิยมเก็บเกี่ยวในระยะนี้ เพราะเป็นระยะที่ให้น้ำหนักสูงสุด และเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานมากที่สุด รวมทั้งเป็นขนาดที่โรงงานแปรรูป (บรรจุกระป๋อง) ต้องการ

ระยะที่ 5 ระยะยืดตัว (elongation stage) หลังระยะที่ 4 เพียง 3-4 ชั่วโมง การเจริญเติบโตของก้านและหมวกดอกเป็นไปอย่างรวดเร็ว ส่วนบนสุดของเปลือกหุ้มดอกแตกออกอย่างไม่เป็นระเบียบ (irregular) สีของผิวหมวกดอกมีสีเข้มขึ้น แต่ก้านและครีบจะเป็นสีขาวหลังระยะนี้เป็นระยะที่ 6 หรือระยะแก่ (mature stage) ดอกจะบานเต็มที่ มีสปอร์ที่ครีบเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 9.1)



ภาพที่ 9.1 (บน) ลักษณะดอกเห็ดฟาง (ล่าง) ลักษณะการพัฒนาของดอกเห็ด
ที่มา : (ล่าง) กลุ่มบัณฑิตอาสา (2529)

รูปร่างของเห็ดฟาง

รูปร่างของเห็ดฟาง (structure of straw mushroom) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. หมวกดอก (cap หรือ pileus) มีลักษณะคล้ายร่มสีเทาอ่อนข้างดำ โดยเฉพาะตรงกลาง หมวกดอกจะมีสีเข้มกว่าบริเวณขอบหมวก ผิวเรียบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 4-12 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับอาหารและสภาพแวดล้อม

2. ครีบ (gill) คือส่วนที่อยู่ใต้หมวกดอก เป็นแผ่นเล็กๆ วางเรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก ดอกเห็ดที่โตเต็มที่จะมีครีบประมาณ 300-400 ครีบ ห่างกัน 1 มิลลิเมตร หลังการปริแตกของดอก 3-6 ชั่วโมง สีของครีบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนและเข้มในที่สุด ที่บริเวณครีบดอกเป็นแหล่งสร้างสปอร์

3. **สปอร์ (basidiospore)** คือส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายเมล็ดพันธุ์ สปอร์ของเห็ดฟางมีลักษณะเป็นรูปไข่ (egg shape) มีขนาดเล็กมาก คือมีความยาวประมาณ 7-8 ไมครอน มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-5 ไมครอน

4. **ก้านดอก (stalk หรือ stipe)** คือส่วนชุมหมวกดอก เป็นตัวเชื่อมหมวกดอกกับส่วนโคนดอก และอยู่ตรงกลางหมวกดอกเห็ด มีการเรียงตัวของเส้นใยขนานไปกับลักษณะของก้านดอกที่เรียวตรง โดยส่วนฐานจะโตกว่าเล็กน้อย มีสีขาวเรียบ และไม่มียางเหนียว ก้านดอกมีความยาวประมาณ 4-14 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-2 เซนติเมตร

5. **เปลือกหุ้มโคน (volva)** คือ ส่วนของเนื้อเยื่อนอกสุดของดอกเห็ดมีหน้าที่หุ้มดอกเห็ดไว้ทั้งหมด ในขณะที่การเจริญของหมวกและก้านดอกเห็ดเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ส่วนเปลือกหุ้มเจริญช้าลง ทำให้ส่วนบนสุดปริแตกออก เมื่อดอกเห็ดดันเยื่อหุ้มออกมา เนื้อเยื่อจะหลุดติดที่โคนดอกเห็ด มีรูปร่างคล้ายถ้วยรองรับโคนดอกเห็ดไว้

วงจรชีวิตของเห็ดฟาง

เห็ดฟางจัดเป็นเห็ดที่มีวงจรชีวิต (life cycle) แบบ primary homothallism โดยเริ่มจากดอกเห็ดเมื่อเจริญเต็มที่สร้าง basidiospore ซึ่งเกิดจากการพัฒนาเส้นใยชั้นที่ 2 มีจำนวนโครโมโซมเป็น diploid number ($2n$) มีการพัฒนาไปเป็นฐาน (basidium) ลักษณะคล้ายกระบอง นิวเคลียสในเซลล์ 2 อันจะเข้ามารวมกันเป็นนิวเคลียส และแลกเปลี่ยนลักษณะของพันธุกรรม

จากนั้นนิวเคลียสจะแบ่งตัวแบบ meiosis เป็นการลดจำนวนโครโมโซมลงเป็น haploid number (n) เป็นจำนวน 4 นิวเคลียส และมีการสร้างก้านชูสปอร์ (sterigma) 4 อัน แต่ละนิวเคลียสจะเคลื่อนที่สู่ปลายก้านชูสปอร์กลายเป็น 1 นิวเคลียสใน 1 สปอร์ หรือเป็น basidiospore และมีจำนวนโครโมโซมเป็น haploid number เมื่อสปอร์แก่จะถูกปล่อยหลุดออกมา หากตกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะงอกเป็นเส้นใยออกมา เส้นใยเห็ดฟางแบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. **เส้นใยขั้นแรก (primary mycelium)** เป็นเส้นใยเจริญมาจาก basidiospore เส้นใยพวกนี้มีนิวเคลียสเพียงอันเดียว (haploid nucleus) ที่ได้จากการที่นิวเคลียสลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง และเส้นใยที่งอกออกมามีผนังกัน (septum)

2. **เส้นใยขั้นที่สอง (secondary mycelium)** เป็นเส้นใยที่เกิดจากการรวมตัวของเส้นใยขั้นแรกมาจากสปอร์เดียวกัน เส้นใยพวกนี้จะมีนิวเคลียส 2 อัน (dikaryotic mycelium) การรวมตัวของเส้นใยเห็ดฟางเกิดจากสปอร์เดียวกัน จึงจัดเป็นพวก homothallic ซึ่งสามารถพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้

ในเส้นใยที่สองอาจมีการสร้าง คลามัยโดสปอร์ (chlamydospore) ซึ่งมีผนังหนาและพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้ สปอร์หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป เพื่อความอยู่รอดจะออกเส้นใยใหม่ได้แต่ไม่แข็งแรง

3. เส้นใยขั้นที่สาม (tertiary mycelium) เป็นเส้นใยที่อัดตัวกันแน่นและมีการสะสมอาหารหรือสร้างฮอริโมน จากนั้นจะพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดหรือ fruiting body ต่อไป

การผลิตเชื้อเห็ดฟาง

การผลิตเชื้อเห็ดฟางเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก หากสามารถฝึกปฏิบัติได้จนชำนาญแล้ว จะสามารถผลิตเชื้อเห็ดฟางได้เอง แต่เชื้อเห็ดฟางมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมและเชื้อมีความเสื่อมค่อนข้างสูง ผู้ผลิตเชื้อจำเป็นต้องรู้จักการคัดเลือกดอกเห็ดและเส้นใยที่จะนำไปทำหัวเชื้อให้ถูกต้อง และไม่ควรต่อเชื้อบ่อยนัก เพราะจะทำให้ผลผลิตของเห็ดที่ได้ลดลง การผลิตเชื้อเห็ดฟางควรปฏิบัติเป็นขั้นตอน ดังนี้

การคัดเลือกดอกเห็ดไว้ทำพันธุ์

ควรคัดเลือกดอกเห็ดที่ขึ้นเองตามธรรมชาติเพราะเส้นใยที่ได้จะแข็งแรงและให้ผลผลิตสูง แต่อาจคัดเลือกดอกเห็ดจากแปลงเพาะแทนได้และควรมีลักษณะดังนี้

1. เลือกดอกเห็ดจากแปลงที่ให้ผลผลิตสูงสุด
2. ควรเป็นดอกตูม อาจเป็นรูปทรงกลมหรือทรงรี
3. เลือกดอกเห็ดที่มีเปลือกหุ้มดอกเห็ดหนา เพราะจะได้น้ำหนักดี บานช้า และแข็งแรง
4. ไม่ควรเลือกดอกที่เล็กหรือใหญ่เกินไป เลือกขนาดเหมาะสมกับความต้องการของตลาด
5. อาจเป็นสีขาวหรือสีเทาแล้วแต่ตลาดต้องการ แต่เห็ดสีเทาหรือสีเทาเข้ม จะให้ผลผลิตสูงกว่าดอกเห็ดสีขาว

การทดสอบเชื้อเห็ดฟาง

ก่อนจะนำเชื้อเห็ดไปขยายพันธุ์ ผู้ผลิตหัวเชื้อควรทดสอบเชื้อเห็ดฟางก่อน เพื่อให้ได้หัวเชื้อที่ดีและให้ผลผลิตสูง ให้ปฏิบัติดังนี้

1. แยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดไปเลี้ยงบนอาหารวุ้น เส้นใยของเห็ดฟางจะเจริญอย่างรวดเร็ว หากเส้นใยมีลักษณะค่อนข้างฟู มีสีขาว แสดงว่า เป็นเส้นใยที่เป็นหมัน หากนำไปขยายพันธุ์จะมีการสร้างดอกน้อย และให้ผลผลิตต่ำจึงไม่ควรใช้เส้นใยลักษณะดังกล่าวนี้
2. เส้นใยที่เหมาะสมแก่การนำไปทำหัวเชื้อ ควรเป็นเส้นใยที่เจริญเติบโตเร็วเส้นใยจะเจริญในแนวราบติดกับอาหารวุ้น เส้นใยที่ดีควรมีลักษณะหยาบอย่างเห็นได้ชัด

3. เมื่อเส้นใยเดินเต็มผิวอาหารวุ้นแล้วทิ้งไว้ประมาณ 5-7 วัน เส้นใยจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อนและมีการสร้างคลาเมย์โดสปอร์ โดยเส้นใยจะรวมตัวกันเป็นจุดเล็กๆ เห็นได้ชัด แสดงว่าเป็นเชื้อเห็ดฟางที่ดี แข็งแรง ถ้านำไปเพาะในแปลงจะเกิดดอกแน่นอน ถ้าเส้นใยไม่เปลี่ยนสี ไม่สร้างคลาเมย์โดสปอร์ไม่ควรนำไปใช้ทำพันธุ์

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดฟาง

มีหลายสูตรแต่ที่นิยมมากที่สุด คือสูตร พืดิเอ (Potato Dextrose Agar) และเส้นใยเห็ดฟางจะเจริญได้ดีในอาหารที่มี pH 6.8-7.8

(รายละเอียดศึกษาได้จาก บทที่ 5 วิธีการแยกเชื้อเห็ดเพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์)

การแยกเชื้อเห็ดฟาง

การแยกเชื้อเห็ดฟาง (isolation of pure culture) วิธีการเลี้ยงเชื้อบนอาหารวุ้นที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ 1. การเพาะเลี้ยงสปอร์ 2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดอกเห็ด

(รายละเอียดศึกษาได้จาก บทที่ 5 วิธีการแยกเชื้อเห็ดเพื่อเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์)

การขยายเชื้อเห็ดฟาง หรือการผลิตเชื้อเห็ดฟาง

การขยายเชื้อเห็ดฟางหรือการผลิตเชื้อเห็ดฟาง (spawn production) เพื่อเพิ่มปริมาณของเส้นใยให้มากขึ้นภายหลังจากที่เส้นใยเห็ดฟางเจริญเต็มผิวอาหารวุ้นแล้ว ควรขยายเชื้อเห็ดฟางลงในเมล็ดธัญพืชซึ่งนิยมใช้ข้าวฟ่าง และในปฏึกหมักสำหรับขยายเชื้อเห็ดฟาง

การแช่เส้นใยเห็ดฟางจากอาหารวุ้นลงเลี้ยงขยายในเมล็ดธัญพืชต้องแช่ในตู้เชื้อประมาณ 5-7 วัน เชื้อเห็ดฟางจะเดินเต็มเมล็ดในขวด จากนั้นจะนำขยายลงในถุงปฏึกหมัก ไม่ควรนำเชื้อเห็ดจากเมล็ดธัญพืชลงในแปลงเพาะ เพราะเมล็ดธัญพืชยังมีอาหารเหลืออีกมากอาจมีจุลินทรีย์อื่นแย่งหรือมดใช้เป็นอาหารและมีการเปลี่ยนแปลงมาก จึงควรขยายเชื้อเห็ดลงบนปฏึกหมักก่อนนำไปเพาะในแปลง

ข้อควรระวังในการผลิตเชื้อเห็ดฟางคือ การต่อเชื้อหลายๆ ครั้ง เชื้อเห็ดจะอ่อนแอและผลผลิตลดลงได้

วัสดุที่ใช้ในการทำหัวเชื้อ

การเลี้ยงหัวเชื้อเห็ดฟางโดยการใช้ปฏึกหมักเป็นสิ่งจำเป็น เพราะเห็ดฟางไม่สามารถย่อยสารเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อนหรือมีขนาดโมเลกุลใหญ่ได้ จำเป็นต้องอาศัยจุลินทรีย์อื่นๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติช่วยในการย่อย โดยผ่านขบวนการหมักให้ดีขึ้นปฏึกหมักเหล่านี้มีส่วนประกอบหลายอย่าง ได้แก่

มูลสัตว์

ประเทศไทยนิยมใช้มูลม้ามากที่สุด ส่วนมูลสัตว์อื่นๆ ให้ผลใกล้เคียงกับมูลม้า ได้แก่ มูลลา มูลช้าง สาเหตุที่ต้องใช้มูลม้า เพราะมีจุลินทรีย์ที่มีกิจกรรมที่สามารถปลดปล่อยความร้อนออกมาได้ ทำให้ปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เชื้อจุลินทรีย์ที่ชอบความร้อน (thermophilic microorganism) เช่น แอคติโนมัยสิท มีกิจกรรมได้เร็วขึ้นและสามารถย่อยสลายที่มีขนาดใหญ่ได้ และยังสร้างสารปฏิชีวนะยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อื่น ดังนั้น การใช้มูลม้ามาทำก้อนเชื้อเห็ดฟาง จะมีโอกาสเสียน้อยกว่าการใช้มูลสัตว์ชนิดอื่น

กากฝ้าย

กากฝ้ายมีเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ที่มีคุณภาพเหมาะในการทำหัวเชื้อเห็ดฟาง ปัจจุบันได้ใช้กากฝ้ายแทนเปลือกบั่ว เพราะเปลือกบั่วมีราคาแพงและหายากขึ้น กากฝ้ายจะดูดซึมน้ำได้ดีกว่า ฟางข้าว มีไนโตรเจนสูงกว่าตอซังข้าว จึงนำมาใช้ทำหัวเชื้อเห็ดฟาง และใช้เป็นอาหารเสริมในแปลงเพาะเห็ดได้

ตอซังข้าว

เป็นวัสดุที่หาง่าย มีปริมาณไนโตรเจน ประมาณ 0.8 %

ใส่นุ่น

เป็นวัสดุที่นำมาใช้ทำหัวเชื้อและนำมาใช้เป็นอาหารเสริมในแปลงเพาะเห็ดได้เป็นอย่างดี

การผลิตเชื้อเห็ดฟาง

การทำเชื้อเห็ดฟางมีหลายสูตร คือ

สูตรที่ 1

ประกอบด้วยส่วนผสมดังนี้

มูลม้าสด 1 ส่วนโดยปริมาตร

เปลือกบั่ว 1 ส่วนโดยปริมาตร

วิธีทำ

1. นำเปลือกบั่วมาแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้ชุ่มน้ำ
2. นำมาผึ่งให้แห้งพอหมาด พร้อมใส่มูลม้าป่นเป็นชั้นเล็กๆ คลุกเคล้าผสมเข้ากัน
3. นำมากองไว้ที่ร่ม ไม่ให้ลมโกรกแต่มีการระบายอากาศดี เมื่อครบ 3 วันให้กลับกองปุ๋ยหมัก จากด้านในออกสู่ด้านนอก และจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ให้กลับกองปุ๋ยทุกๆ 3 วัน ประมาณ 2-3 ครั้ง สามารถนำไปเป็นหัวเชื้อได้

4. บรรจุใส่ขวด หรือถุงพลาสติกทึบร้อน แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 1 ชั่วโมง ถ้าใช้หม้อนึ่งลูกทุ่งใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือดเมื่อปุ๋ยหมักเย็นตัวลงจึงใส่หัวเชื้อเห็ดที่เลี้ยงบนอาหารวุ้น หรือเมล็ดธัญพืชลงไป

สูตรที่ 2

มูลม้าสด	1	ส่วนโดยปริมาตร
เปลือกบัว	1	ส่วนโดยปริมาตร
ไส้หนู	2-4	ส่วนโดยปริมาตร

วิธีทำ

1. นำมูลม้ากับเปลือกบัวมาผสมกันคล้ายกับสูตรที่ 1
2. นำไส้หนูมาแช่น้ำจนอืดตัว ทั้งไว้ประมาณ 1 คืน และนำมาผึ่งให้แห้งพอหมาดๆ ผสมโดยกองให้หลวมๆ และมีความสูงประมาณ 60 เซนติเมตรในที่ร่ม พร้อมกับกลับกองปุ๋ยทุกวัน ประมาณ 3 วันนำไปใช้ได้
3. บรรจุขวด หรือถุงพลาสติกทึบร้อน แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

สูตรที่ 3

เป็นสูตรแบบง่ายๆ โดยใช้วัสดุในท้องถิ่น (ไม่มีส่วนผสมของมูลม้าและเปลือกบัว)

ฟางข้าวสับ	50-60	กิโลกรัม
ขี้เลื่อยหรือขุยมะพร้าว	50	กิโลกรัม
มูลสัตว์	5	กิโลกรัม
ปูนขาว	1-2	กิโลกรัม
แฉ่งข้าวเจ้า	2-4	กิโลกรัม
น้ำ		พอประมาณ

วิธีทำ

1. นำฟางข้าวสับมาแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน
2. นำฟางสับผสมกับขี้เลื่อย หรือขุยมะพร้าว มูลสัตว์ และปูนขาวให้เข้ากันดี แล้วกองหมักในที่ร่ม 3 วัน ให้กลับกองปุ๋ยทุกวัน
3. นำแฉ่งข้าวเจ้าผสมกับน้ำ รดกองปุ๋ยหมักให้ทั่ว แล้วปรับความชื้นให้เหมาะสม
4. บรรจุลงในขวดหรือถุงพลาสติกทึบร้อน แล้วนำไปนึ่ง

สูตรที่ 4

เป็นสูตรที่ไม่มีมูลงาและเปลือกบัวเป็นส่วนผสม ประกอบด้วย

ผักตบชวาแห้งสับ	50	กิโลกรัม
กากฝ้าย	50	กิโลกรัม
ปูนขาว	1	กิโลกรัม
แป้งข้าวเจ้า	2-4	กิโลกรัม
ดีเกลือ	0.5	กิโลกรัม
น้ำ	พอประมาณ	

วิธีทำ

1. นำผักตบชวาแห้งที่สับแล้ว แขนงผสมกับกากฝ้าย ปูนขาว แป้งข้าวเจ้า และดีเกลือลงไปจนส่วนผสมเข้ากันดี
2. รดน้ำปรับความชื้นให้กับกองปุ๋ยหมักจนมีความชื้นเหมาะสม
3. บรรจุในขวดหรือถุงพลาสติกทึบร้อน นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ จะเห็นว่าสูตรอาหารดัดแปลงเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องใช้มูลงาและเปลือกบัว สามารถนำเอาวัสดุที่มีในท้องถิ่น และราคาถูกมาใช้แทนได้

ลักษณะของเชื้อเห็ดฟางที่ดี

หลังการเชื้อเห็ดลงในถุงปุ๋ยหมักแล้ว เส้นใยจะเริ่มเจริญเติบโตจนเต็มก้อนเชื้อภายใน 7-10 วัน ซึ่งพร้อมจะนำลงไปเพาะในแปลง ผู้เพาะเลี้ยงเห็ดอาจซื้อเชื้อเห็ดฟางที่มีการผลิตทั่วๆ ไปมาเพาะก็ได้ หัวเชื้อเห็ดฟางที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. เชื้อเห็ดฟางไม่ควรแก่หรืออ่อนเกินไป เส้นใยควรมีสีขาว มีลักษณะหยาบเห็นได้ชัดเจน
2. เชื้อเห็ดควรมีกลิ่นหอม และไม่มียากลิ่นแอมโมเนีย หรือกลิ่นเหม็น
3. ต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปลอมปน เช่น ราเขียว ราดำ ราส้ม เป็นต้น
4. ควรมีเส้นใยที่มีการสร้างคลาเมย์โดสปอร์ มีลักษณะเป็นจุดสีขาว สีน้ำตาล สีชมพูซึ่งเป็นลักษณะของเส้นใยที่ดีและแสดงว่าเส้นใยไม่เป็นหมัน
5. ต้องมีระดับความชื้นเหมาะสม ไม่แฉะ เปียก หรือแห้งเกินไป และไม่ควรมีอายุเกิน 7 วัน หลังจากเส้นใยเดินเต็มก้อนปุ๋ยหมัก

การเก็บรักษาเชื้อเห็ดฟาง

เส้นใยเชื้อเห็ดฟางจะแก่เร็วเมื่อเทียบกับเชื้อเห็ดชนิดอื่น มีวิธีปฏิบัติในการยืดอายุ ดังนี้

1. เก็บก้อนเชื้อไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ 15-20 องศาเซลเซียส จะเก็บได้นาน 10-15 วัน

2. เส้นใยที่เจริญบนอาหารร่วน หากเก็บไว้ในตู้เย็น จะเก็บได้นาน 2-3 เดือน
ก่อนเชื้อเห็ดหากเก็บไว้นานเกินไป เส้นใยจะเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาล ไม่ควรจะนำมาใช้
เพราะทำให้เสียเวลาและเพิ่มต้นทุนการผลิต

การเพาะเห็ดฟาง

ผู้เพาะเห็ดจะต้องใช้วัสดุชนิดต่างๆ มาเพาะให้เกิดดอก เช่น ฟางข้าว กากฝ้าย ผักตบชวา
ขานอ้อย ใบกล้วย ฯลฯ แต่นิยมใช้ฟางข้าวมากที่สุด ซึ่งอาจใช้ตอซังข้าว หรือเศษฟางก็ได้ เพราะ
วัสดุเหล่านี้หาได้ง่ายมีอยู่ทุกท้องที่ในบ้านเรา

การเพาะเห็ดฟางสามารถทำได้หลายวิธี ที่นิยมนำมาปฏิบัติ คือ การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย
การเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง และการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ย

การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัดฟางและไม่
จำเป็นต้องใช้ตอซังข้าว จึงสามารถเพาะได้ทุกฤดูแม้จะไม่มีตอซังก็ตาม นอกจากนี้ เกษตรกรยัง
สามารถใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรหลายชนิดนำมาเพาะเห็ดได้ เช่น เศษฟาง เศษหญ้า
ผักตบชวา ต้นกล้วย ฯลฯ วิธีการปฏิบัติสามารถทำได้ง่ายสะดวกและรวดเร็วกว่าแบบอื่น

1. อุปกรณ์ ประกอบด้วย

1.1 วัสดุหลักที่ใช้ในการเพาะเห็ด อาจเป็นเศษฟาง เศษหญ้า ขานอ้อย ต้นกล้วย
หรือจะใช้วัสดุต่างๆ มาผสมกันก็ได้

1.2 อาหารเสริม การเพาะแบบกองเตี้ยมีวัสดุที่ให้ธาตุอาหารน้อย จึงต้องเพิ่ม
อาหารเสริมให้แก่กองเห็ด อาจใช้กากฝ้าย ไล้ฝุ่น ผักตบชวาแห้งสับ ฯลฯ เป็นอาหารเสริมและเพื่อ
เพิ่มปริมาณธาตุอาหารมากขึ้น ควรนำวัสดุที่เป็นอาหารเสริมมาคลุกเคล้ากับรำละเอียดในอัตราส่วน
10:1 จะช่วยเพิ่มผลผลิตของเห็ดฟางให้สูงมากขึ้น

1.3 เชื้อเห็ดฟาง ควรเป็นเชื้อเห็ดพันธุ์ดีให้ผลผลิตสูง เชื้อเห็ดไม่แก่หรืออ่อนจนเกินไป
หากไม่ผลิตหัวเชื้อตามวิธีการที่กล่าวมาแล้ว อาจหาซื้อจากร้านจำหน่ายหัวเชื้อที่ไว้ใจได้

1.4 แบบพิมพ์ไม้ หรือกระบะไม้ เพื่อใช้อัดวัสดุที่ใช้เพาะให้อยู่ในรูปของแปลง นิยม
ใช้แบบพิมพ์เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู มีขนาดดังนี้

ด้านบน 30 x 120 เซนติเมตร

ด้านล่าง 40 x 150 เซนติเมตร

สูง 40 x 45 เซนติเมตร

1.5 พลาสติคคลุมแปลง เพื่อช่วยรักษาความชื้น และอุณหภูมิภายในแปลง

1.6 แผงคลุมแปลงเพาะเห็ด อาจเป็นเศษฟาง หญ้าคา ใบจาก เพื่อช่วยบังแสงแดดไม่ให้แปลงเพาะเกิดความร้อนสูง

2. ขั้นตอนการเพาะ

2.1 นำวัสดุหลักและอาหารเสริมแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง ยกเว้นอาหารเสริมที่ได้ได้จากมูลสัตว์ให้ผสมดินโดยไม่ต้องแช่น้ำ

2.2 ปรับพื้นดินให้เรียบไม่ให้เป็นหลุมหรือมีน้ำขัง ถากหญ้า พรอนดินรด น้ำให้ชุ่ม วางแบบพิมพ์ลงบนดิน

2.3 ใส่ฟางลงไปให้หนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร ใช้มือกดให้แน่น ไม่ควรเหยียบรดน้ำให้ชุ่ม

2.4 ใส่อาหารเสริม รำละเอียด บริเวณขอบโดยรอบ ให้เป็นแถวห่างจากขอบประมาณ 7-10 เซนติเมตร จนรอบ

2.5 โรยเชื้อเห็ดบนอาหารเสริม เชื้อเห็ดที่ใช้ควรขยี้ให้แตกออกจากกันก่อน

เมื่อถึงขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นที่ 1 แล้วทำขั้นต่อไป ทำเช่นเดียวกับขั้นที่ 1 ไปจนถึงขั้นที่ 5 หากเพาะในฤดูหนาว ซึ่งจะมีความสูงประมาณ 40 เซนติเมตร

แต่ในฤดูร้อนอาจทำเพียง 3 ชั้น หรือมีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ในขั้นสุดท้ายควรโรยอาหารเสริมและเชื้อให้ทั่วผิวหน้าแปลง พร้อมกับใส่เศษฟางหรือวัสดุที่ใช้เพาะคลุมทับลงไปแล้วเกลี่ยให้สม่ำเสมอ หนาประมาณ 2-3 นิ้ว และใช้มือกดให้แน่นพอสมควร จากนั้นรดน้ำและถอดแบบพิมพ์ออก

การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยมักจะทำกองใกล้ๆ กัน ห่างกันประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยกองขนานกันไป 10-20 กอง เพื่อทำให้อุณหภูมิและความชื้นของกองไม่เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป

2.6 คลุมทับด้วยพลาสติกใส (หรือที่บ) โดยใช้พลาสติก 2 ผืน คลุมทับเหลื่อมกันไว้ตรงกลางกอง จากนั้นใช้ฟางแห้งคลุมทับพลาสติกอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันแสงแดดผ่าน

ในฤดูร้อนที่มีแสงแดดจัด ระยะ 3 วันแรกควรเปิดผ้าพลาสติกหลังกองเพื่อระบายความร้อน กว้างประมาณ 1 ฟุตมือในช่วงเวลากลางวัน ส่วนกลางคืนปิดไว้และคลุมฟางไว้เหมือนเดิม

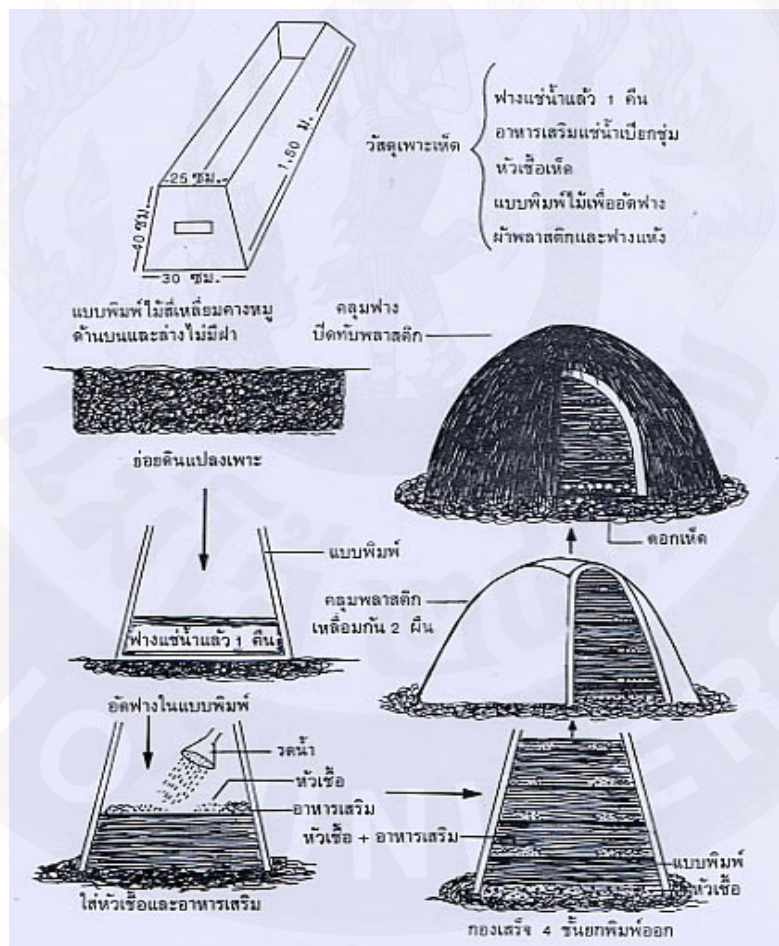
ในวันที่ 4-5 ให้ตรวจดูความชื้น ถ้าเห็นว่าบนกองฟางแห้ง เปิดพลาสติกรดน้ำเบาๆ ให้ชื้นแล้วปิดไว้

ในวันที่ 7-9 เส้นใยเห็ดฟางจะรวมตัวเป็นตุ่มเล็ก ต้องรดน้ำในระยะนี้ ดอกเห็ดจะฝ่อเสียหายหากถูกน้ำ หากมีฝนต้องคลุมพลาสติกให้มิดชิด ส่วนด้านข้างกองเห็ดควรให้ชายพลาสติกอยู่เหนือพื้นดินเล็กน้อย นำเศษฟางปิดทับไว้ข้างกอง เพื่อไม่ให้ถูกน้ำฝน

จะเก็บเกี่ยวเห็ดได้ประมาณ 10-14 วัน ในฤดูร้อนและ 20 วันในฤดูหนาว

ไม่ควรโรยอาหารเสริมและเชื้อเห็ดลึกเข้าไปในกลางกองเพาะเกินไป อาจเป็นอันตรายต่อเชื้อเห็ด และหากโรยติดขอบนอกมากเกินไป เชื้อเห็ดจะเจริญออกมาด้านนอกมากกว่าเจริญเข้าด้านในกองเพาะ ผลผลิตจะต่ำ

พื้นที่ขนาด 1 กองเพาะ จะเก็บผลผลิตได้ 700-1,200 กรัม อาจถึง 1-2 กิโลกรัม แปลงเพาะเก่าไม่ควรทิ้ง นำฟางไปหมักกับปุ๋ยขี้วัวทิ้งไว้ 2-3 วัน นำไปเพาะเห็ดชนิดอื่น เช่น นางรม นางฟ้าภูฐาน เป้าอื้อ และเห็ดหูหนู (ภาพที่ 9.2)



ภาพที่ 9.2 การเพาะเห็ดฟางกองเดี่ยว

ที่มา : อนงค์ (2530)

การเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง

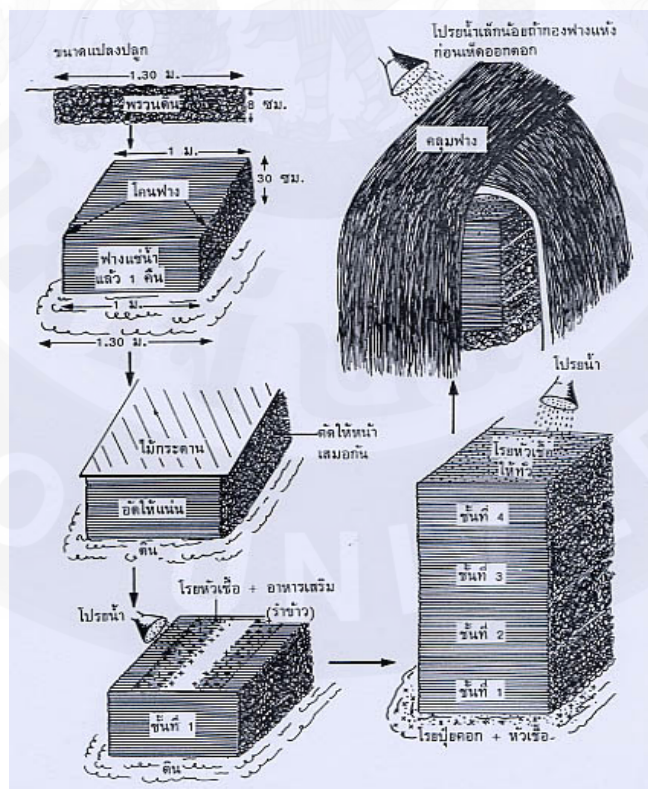
ควรเลือกฟางที่มีการเกี่ยวชิดติดดิน เพราะการเพาะเห็ดแบบกองสูงต้องการฟางที่มีขนาดฟ่อนหนาและมีความยาวเพียงพอ ขั้นตอนการเพาะเป็นดังนี้

- เตรียมดินโดยการพรวนกลับหน้าดิน แต่งให้เรียบ ตากทิ้งไว้ 1 สัปดาห์
- แच्छฟางให้อิ่มนํ้านานประมาณ 12 ชั่วโมง
- เรียงฟางให้หนา 8-10 เซนติเมตร (ประมาณ 5-6 ฟ่อน) โดยให้โคนฟางอยู่ตรงข้ามและส่วนปลายฟางทับกัน(ด้านโคนอยู่ขอบแปลง) ความยาวแปลงประมาณ 4 เมตร อาจปักหลักเป็นแนวไว้ก่อน

- ตัดฟางส่วนเกินออก ตกแต่งฟางเรียบร้อย
- โรยเชื้อเห็ดให้เรียบขนานกับขอบฟาง ห่างจากขอบ 5-7 เซนติเมตร ถึงขั้นตอนนี้ถือว่า ขั้นที่ 1 แล้วเสร็จ

- เรียงฟางชั้นต่อไป แล้วคลุมด้วยฟางเปียกและปิดด้วยพลาสติก

การเพาะเห็ดฟางแบบกองเตี้ยและกองสูงจะให้ผลผลิตเพียง 5% ของน้ำหนักวัสดุที่ใช้เพาะ (ภาพที่ 9.3)



ภาพที่ 9.3 การเพาะเห็ดฟางแบบกองสูง

ที่มา : อนงค์ (2530)

การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม

การเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม หรือการเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน นิยมกันมากในต่างประเทศ โดยเฉพาะฮ่องกงและไต้หวัน การเพาะเห็ดวิธีนี้ ผู้เพาะสามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดได้ นั่นคือ สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมบางอย่างให้อยู่ในระดับตามความต้องการของเห็ดได้ จึงทำให้ผลผลิตสูงกว่า 2 แบบแรกมาก แต่ขณะเดียวกันจะเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตในระยะแรกสูงมาก รวมทั้งมีการสะสมโรคแมลงศัตรูเห็ดสูงขึ้นเช่นกัน ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนวิธีปฏิบัติดังนี้

โรงเพาะเห็ดฟาง

เป็นโรงเรือนที่ปิดมิดชิด สร้างด้วยอิฐบล็อกจากหรือไม้ไผ่ขนาดกว้างประมาณ 4 เมตร ยาว 6-7 เมตร พื้นโรงเรือนควรเทพูนหรือคอนกรีต เพื่อสะดวกในการทำความสะดวก มีเครื่องกำเนิดไอน้ำ ซึ่งสามารถเพิ่มความชื้นได้ถึง 60-70 องศาเซลเซียส ภายในโรงเรือนมีช่องระบายอากาศ หรือพัดลมดูดอากาศ เพื่อการหมุนเวียนของอากาศและมีชั้นสำหรับวางวัสดุเพาะเห็ด มีขนาดกว้าง 100-140 เซนติเมตร ส่วนความยาวขึ้นอยู่กับขนาดของโรงเรือนชั้นเห็ดควรมี 4-5 ชั้น โดยชั้นล่างอยู่สูงจากพื้นประมาณ 40 เซนติเมตร

การเตรียมวัสดุเพาะหรือปุ๋ยหมักเพาะเห็ด

สูตรที่ 1	กากฝ้าย	50	กิโลกรัม
	แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)	3	กิโลกรัม

นำกากฝ้ายชุบน้ำให้ชุ่มแล้วผสมกับแคลเซียมคาร์บอเนต จากนั้นนำไปอัดในกรอบไม้ให้แน่น หมักไว้ 1 คืน จึงนำเข้าโรงเรือนและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ 2-3 ชั่วโมง

สูตรที่ 2	กากฝ้าย หรือฟางข้าวสับ (ยาวประมาณ 6 นิ้ว)	100	กิโลกรัม
	ปุ๋ยดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	1-1.5	กิโลกรัม
	ปูนขาว	0.5-1	กิโลกรัม
	ยิปซัม	1-2	กิโลกรัม
	รำละเอียด	3-4	กิโลกรัม

รดน้ำบนกากฝ้ายหรือฟางข้าวให้ชุ่ม อัตรากระบะไม้เหยียบให้แน่นสูง 1-1.2 เมตร หลังหมักได้ 2 วัน แล้วกลับกองปุ๋ย ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่คั่วสุกแล้ว 1 กิโลกรัมต่อกองปุ๋ย 1 กอง และปุ๋ยคอกดิบ 1 กิโลกรัมต่อกองปุ๋ย 1 กอง หมักต่ออีก 2-3 วัน จึงใส่รำละเอียดและน้ำเข้าเพาะในโรงเรือน

การเพาะ

นำวัสดุที่หมักได้ที่แล้ววางบนชั้นในโรงเรือนหนาประมาณ 10-15 เซนติเมตร อาจหมักต่ออีก 2 วัน หรือฆ่าเชื้อที่ติดมากับวัสดุทันทีเลยก็ได้ โดยการอบด้วยไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง จึงปล่อยให้อุณหภูมิลดเหลือ 35 องศาเซลเซียส แล้วโรยเชื้อเห็ดฟางในอัตรา 450 กรัม ต่อ 1 ตารางเมตร โดยโรยเป็นแถว แต่ละแถวห่างกันประมาณ 2-4 เซนติเมตร

ระยะ 3 วันแรกควรให้อุณหภูมิของโรงเพาะประมาณ 32-35 องศาเซลเซียส และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 85%

หลังจากครบ 3 วัน ควรเปิดช่องลมเพื่อให้มีการหมุนเวียนของอากาศวันละประมาณ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและเย็น วันละประมาณ ½ - 1 ชั่วโมง

ในวันที่ 4-5 หากผิวหน้าวัสดุแห้งอาจพ่นน้ำเป็นละออง

การเพาะเห็ดในโรงเรือนจะเก็บผลผลิตได้ประมาณวันที่ 9-12 หลังจากเพาะโดยเก็บได้ 2-3 วัน และเห็ดรุ่นที่ 2 จะออกประมาณในวันที่ 20-25 จะให้ผลผลิตสูงถึง 30-35 % ของน้ำหนักวัสดุที่ใช้เพาะ

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เห็ดฟางมีดอกเล็ก ผลผลิตต่ำ อาจเกิดมาจาก

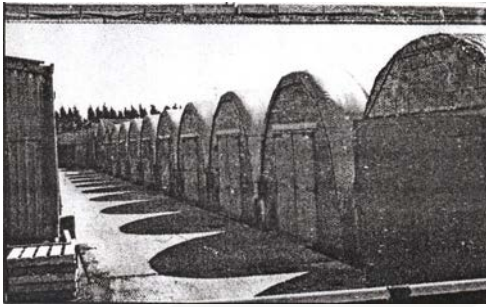
1. เชื้อเห็ดฟางอ่อนแอเพราะผ่านการต่อเชื้อหลายครั้ง มีการปนเปื้อน (contaminate) เกิดขึ้นทุกครั้งที่
2. เชื้อเห็ดฟางไม่บริสุทธิ์ หรือมีจุลินทรีย์อื่น ๆ ปะปน แล้วแพร่ระบาดทำความเสียหาย
3. โรงเรือนมีการสะสมโรคแมลงศัตรูเห็ดและเข้าทำลายเห็ด
4. โรงเรือนมีอากาศไม่พอเพียง เพราะขาดออกซิเจนที่จะช่วยให้เส้นใยเห็ดฟางรวมกันแล้วพัฒนาไปเป็นดอก (ภาพที่ 9.4)

โรคและศัตรูเห็ดฟาง

การเพาะซ้ำที่เดิมจะเกิดปัญหาได้ เพราะมีการสะสมโรคและแมลงเพิ่มขึ้นได้ จึงควรหลีกเลี่ยงใช้พื้นที่เดิม

1. เห็ดรา วัชเห็ด เช่น เห็ดถั่ว (เห็ดหมึก เห็ดขี้ม้า) เจริญแข่งขันกับเห็ดฟางตามกองเห็ดฟาง 5-6 วัน ดอกบานจะมีสีเหมือนหมึกสีดำ

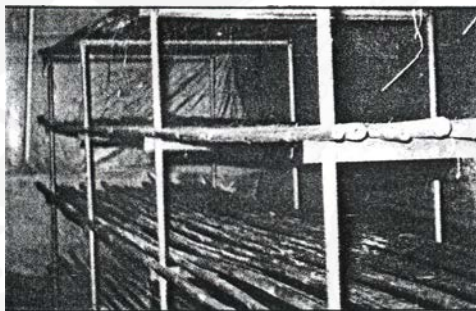
2. ราเม็ดผักกาด (*Sclerotium* sp.) ติดมากับฟางข้าวที่เป็นโรคกล้าต้นเน่า ซึ่ง ควรหลีกเลี่ยง
ไม่นำมาใช้เพาะ เพราะเชื้อรานี้จะเจริญแย่งอาหารเห็ดฟาง
3. โรคเน่า (Bubbles) เกิดจากกองฟางชื้นมากเกินไป เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ถ้าพบควรคัด
ทิ้ง การเก็บเห็ดฟางที่มีเศษตักค้างจะทำให้เน่าและเชื้อแพร่ระบาดได้
4. ไร *Tyrophagus dimidiatus* กินเส้นใยเห็ดและอินทรีย์วัตถุเป็นอาหาร กัดกินดอก
เห็ดที่มีขนาดเล็ก ทำให้เสียหาย ไรเจริญและแพร่พันธุ์ได้ดีในบริเวณที่ชื้น ใช้สารฆ่าไรกำจัด
5. มด ปลวก หนู แมลงอื่นๆ



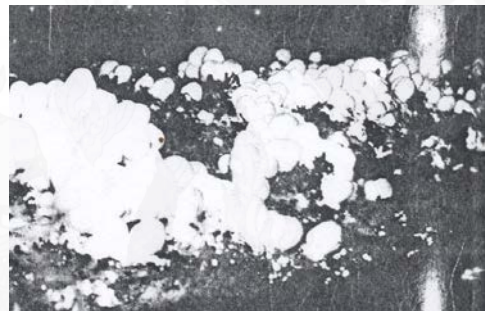
1. ลักษณะของโรงเรือนเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม



4. การโรยเชื้อเห็ดบนปุ๋ยหมัก



2. ชั้นภายในโรงเรือน



5. ดอกเห็ดที่มีอายุ 30-36 ชั่วโมง ในห้องที่มีแสงน้อย



3. แบบพิมพ์ที่ใช้สำหรับทำปุ๋ยหมัก ขนาด 1.5x1.5x0.5 เมตร



6. ดอกเห็ดที่มีอายุ 45-50 ชั่วโมง

ภาพที่ 9.4 การเพาะเห็ดในโรงเรือนแบบอุตสาหกรรม

ที่มา : ชาญยุทธ์ และคณะ (ม.ป.ป.)

การแปรรูปเห็ดฟาง

นอกจากจะใช้บริโภคโดยนำไปประกอบอาหารแล้ว ยังสามารถแปรรูปเห็ดฟางได้หลายวิธี วิธีที่ตลาดต่างประเทศมีความต้องการสูงและสามารถผลิตได้ในประเทศไทย ได้แก่

1. เห็ดแช่แข็ง
2. เห็ดแช่น้ำเกลือ
3. เห็ดกระป๋องหรือขวด
4. เห็ดแห้ง

เห็ดนางรม

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

เห็ดนางรมมีถิ่นกำเนิดแถบยุโรป มีการเจริญเติบโตได้ดีในไม้โอ๊ค (oak) เมเปิ้ล (maple) ไม้พีช (peach) ฯลฯ และสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตอบอุ่น ต่อมาได้มีการทดลองเพาะเลี้ยงในประเทศไทย พบว่าสามารถปรับตัวเจริญได้ดีจนเป็นที่รู้จักกันดีและนิยมรับประทานกันมาก เนื่องจากมีลักษณะคล้ายเห็ดขอนขาวหรือเห็ดมะม่วงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติบนต้นไม้ผุ ประกอบกับเป็นเห็ดที่มีสีขาวสะอาด มีคุณค่าทางอาหารสูง และมีรสชาติหอมหวาน เนื้อเห็ดไม่เหนียวและยังมีสารบางอย่างที่มีสรรพคุณเป็นยารักษาโรค จึงเป็นที่นิยมผลิตเพื่อบริโภคกันมาก

เห็ดนางรมมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะโปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และธาตุอาหารหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ให้พลังงานค่อนข้างสูง มีวิตามินบี 1 และ บี 2 สูงกว่าเห็ดชนิดอื่น และยังมีกรดโฟลิกสูงกว่าพืชผักและเนื้อสัตว์ ช่วยป้องกันรักษาโรคโลหิตจางได้ จึงเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และมีปริมาณโซเดียมต่ำจึงใช้เป็นอาหารผู้ที่เป็นโรคหัวใจและโรคไตอักเสบ

ลักษณะทางชีววิทยาและสัณฐานวิทยา

การจำแนกเห็ดนางรม ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer

ชื่อสามัญ Oyster mushroom

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Agaricales (Agarics)

Family Pleurotaceae

Genus *Pleurotus*

Specie *ostreatus*

ชนิดของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมที่นิยมเพาะโดยทั่วไปแบ่งตามสีมี 2 ชนิด ได้แก่

1. เห็ดนางรมสีขาว (White type หรือ Florida type)

เจริญเติบโตได้ในสภาพอุณหภูมิสูง จึงนำมาเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูร้อน เห็ดชนิดนี้จะออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส หมวกดอกมีสีขาว และมีน้ำหนักมากกว่าเห็ดนางรมสีเทา แต่หมวกดอกจะมีขนาดเล็กและบางกว่านางรมสีเทา

2. เห็ดนางรมสีเทา (Grey type หรือ Winter type)

เจริญได้ดีในสภาพอุณหภูมิต่ำ จึงเพาะเลี้ยงในช่วงฤดูหนาว เห็ดจะออกดอกได้ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หมวกดอกหนาและมีขนาดใหญ่ แต่ผลผลิตต่ำกว่าชนิดแรก

รูปร่างลักษณะของเห็ดนางรม

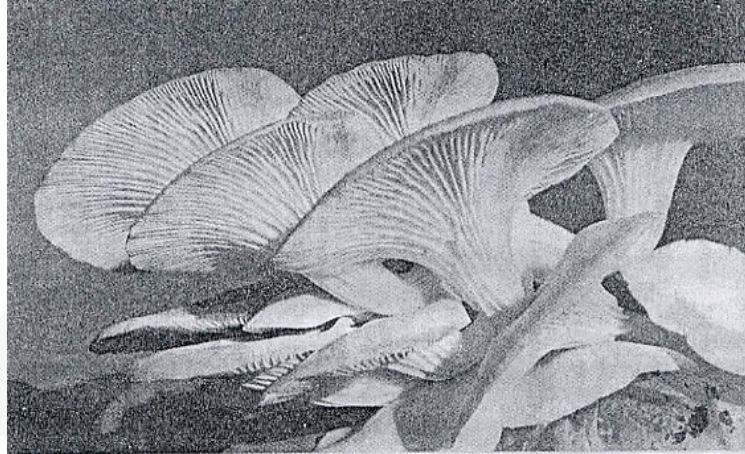
เนื่องจากเห็ดนางรมมีรูปร่างเหมือนหอยนางรมจึงเรียกเห็ดนี้ว่า Oyster mushroom ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. **หมวกดอก (cap หรือ pileus)** มีลักษณะคล้ายหอยนางรม หมวกดอกมีลักษณะแบนราบไม่เหมือนเห็ดฟาง กลางหมวกดอกมีลักษณะเว้าเป็นแอ่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-15 ซม. มีสีขาวหรือสีขาวนวล มีขนละเอียดสีขาวปกคลุมคล้ายขนกำมะหยี่ ด้านล่างของหมวกดอกจะเชื่อมติดกับก้านดอกหรือเป็นเนื้อเดียวกัน

2. **ก้านดอก (stalk)** เป็นส่วนชูดอกขึ้นไปในอากาศ ก้านดอกค่อนข้างสั้นและเจริญเข้าหาแสงสว่าง ก้านดอกเห็ดอยู่ค่อนข้างหนึ่ง ไม่อยู่กึ่งกลางของหมวกเห็ด ก้านโค้งงอเหมือนพัดเล็กน้อย มีความกว้างประมาณ 0.5-2 ซม. ยาวประมาณ 1-3 ซม.

3. **ครีบดอก (gill)** มีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ สีขาวหรือสีเทา บริเวณครีบดอกเป็นแหล่งสร้างสปอร์ สปอร์มีสีขาวอมม่วงอ่อน รูปร่างกลมรี มีติ่งเล็กๆ ที่ปลายข้างหนึ่ง ขนาด $3 \times 4 - 8 \times 12$ ไมครอน

เห็ดนางรมขึ้นอยู่เป็นกลุ่ม มีโคนก้านดอกติดกันและมีหมวกเห็ดซ้อนกันเป็นชั้นๆ และสามารถงอกออกมาจากขอนไม้ หรือกิ่งไม้ผุบนต้นไม้ยืนต้นได้ (ภาพที่ 9.5)

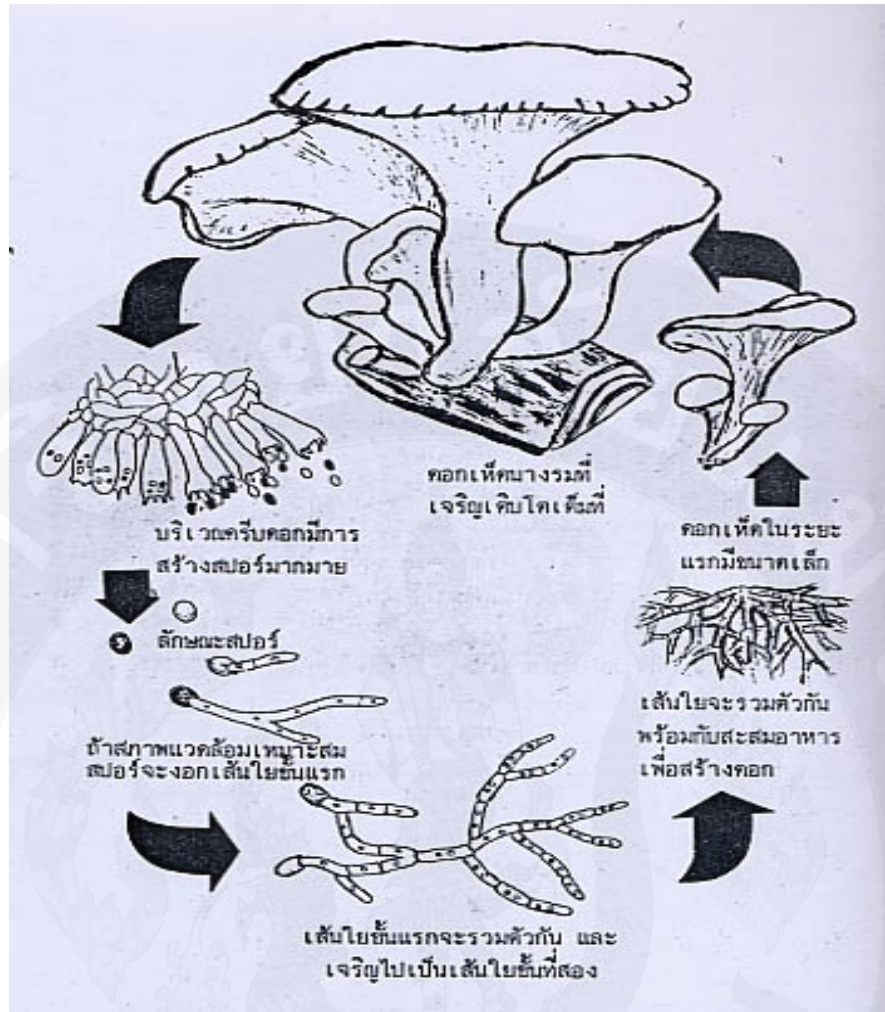


ภาพที่ 9.5 รูปลักษณะของเห็ดนางรม

ที่มา : รวมเรื่องการเพาะเห็ดในประเทศไทย (2538)

วงจรชีวิตของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมมีวงจรชีวิตแบบ heterothallic ที่เกิดจากดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ มีการสร้างเบสิดิโอสปอร์ เมื่อสปอร์ปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสมจะงอกเส้นใยชั้นที่ 1 (primary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียสเพียงอันเดียว จากนั้นเส้นใยชั้นที่ 1 ที่เจริญมาจากสปอร์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมอีก 1 สปอร์ จะรวมตัวกันแล้วพัฒนาเป็นเส้นใยชั้นที่ 2 (secondary mycelium) ซึ่งมีนิวเคลียส 2 อัน เส้นใยชั้นที่ 2 นี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า dikaryotic เส้นใยชั้นที่ 2 จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและในแต่ละเซลล์จะมีข้อยี่ระหว่างเซลล์ (clamp connection) เส้นใยจะรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน พร้อมที่จะสร้างดอก เรียกเส้นใยระยะนี้ว่าเส้นใยชั้นที่ 3 (tertiary mycelium) จากนั้นเส้นใยจะค่อยๆ พัฒนาไปเป็น fruiting body หรือเจริญเป็นดอกเห็ดต่อไป (ภาพที่ 9.6)



ภาพที่ 9.6 ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดนางรม ซึ่งเป็นแบบ heterothallic life cycle
ที่มา : ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

ธรรมชาติของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมเป็นเห็ดที่มีการดำรงชีวิตแบบ saprophytic fungi แต่บางครั้งจัดเป็นปรสิต โดยเจริญเติบโตบนต้นไม้ที่มีชีวิตและเมื่อต้นไม้ตาย เห็ดนางรมก็ยังสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ อีกการดำรงชีวิตตามธรรมชาติของเห็ดนางรมมีดังนี้

1. จัดเป็นเห็ดที่มีความสามารถย่อยสลายประกอบที่มีโมเลกุลซับซ้อนได้ดีกว่าเห็ดฟาง โดยเฉพาะพวกเซลลูโลส ลิกนิน จึงทำให้วัสดุที่ใช้เพาะโดยเฉพาะขี้เลื่อยไม้ยางพาราไม่จำเป็นต้องผ่านการหมักก็ได้

2. ความสามารถในการดำรงชีวิตในกรณีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เห็ดนางรมสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยการสร้างคลอสมัยโดสปอร์ (chlamydospore) อยู่ตามตอไม้ เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม จะงอกเส้นใยออกมา แล้วเส้นใยจะพัฒนาไปเป็นดอกและมีสปอร์แพร่พันธุ์ต่อไป

3. เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดเล็กน้อย หรือมี pH ระหว่าง 5-5.2 จึงไม่จำเป็นต้องใส่ปูนขาวในวัสดุเพาะ

4. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใย ควรอยู่ประมาณ 30 -32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสร้างดอกประมาณ 25 องศาเซลเซียส

5. เส้นใยเห็ดนางรมมีความสามารถในการเจริญเติบโต และมีการเชื่อมต่อของเส้นใยเร็วมาก จึงทำให้เส้นใยเดินเต็มก้อนได้เร็วกว่าเห็ดชนิดอื่นๆ และมีความสามารถในการใช้น้ำตาลในรูปของคาร์โบไฮเดรตได้เป็นอย่างดี

การเพาะเลี้ยงเห็ดนางรม

การเพาะเลี้ยงเห็ดนางรมมีขั้นตอนเช่นเดียวกับเห็ดอื่นๆ ประกอบด้วย

- การผลิตหัวเชื้อเส้นใยเห็ดบริสุทธิ์ (การผลิตแม่เชื้อ)
- การผลิตหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดธัญพืช
- การเพาะเห็ด (ก้อนเชื้อ / เพาะในท่อนไม้)
- การทำให้เกิดดอกเห็ด

การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ เพื่อที่จะได้หัวเชื้อเห็ดที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูงควรปฏิบัติดังนี้

การเลือกดอกเห็ดทำพันธุ์

- ควรเป็นดอกที่สมบูรณ์ หมวกดอกควรมีลักษณะงอโค้งคล้ายเห็ดมะม่วง
- ดอกไม่แก่หรืออ่อนเกินไป ควรอยู่ในระยะก่อนที่จะมีการสร้างสปอร์
- มีก้านดอกที่แข็งแรง ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ หรือเชื้อทำลายดอกเห็ด
- สีของดอกควรเป็นสีขาวหรือเทา ขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์และต้องไม่มีสีอื่นปะปน
- ควรตัดดอกเห็ดจากถุงก่อนเชื้อที่ให้ผลผลิตสูงกว่าก้อนอื่น

การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดเพื่อผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดเพื่อผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์อาจทำได้ 2 กรณี ดังนี้

1. การเพาะเลี้ยงสปอร์ ส่วนใหญ่จะใช้ในกรณีปรับปรุงพันธุ์ หรือผสมพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์ใหม่

2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ส่วนใหญ่จะใช้ในการขยายเส้นใยเห็ดนางรมกันมาก เพราะทำง่าย สะดวก รวดเร็ว และจะได้ดอกเห็ดที่มีลักษณะเหมือนพันธุ์เดิมทุกประการ

อาหารเลี้ยงเชื้อเห็ดนางรม

โดยทั่วไปจะใช้อาหารวุ้น PDA แต่อาจใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมกับการเลี้ยงเชื้อเห็ดโดยเฉพาะดังนี้

สารสกัดจากข้าวมอลท์ (malt extract)	5 กรัม
แป้งถั่วเหลือง (soybean flour)	10 กรัม
เปปโตน (peptone)	1 กรัม
ปุ๋ย K_2HPO_4	0.5 กรัม
ดีเกลือ ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0.5 กรัม
สารละลาย $FeCl_2$ (1%)	1 ซีซี
สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	0.1 กรัม
วุ้นทำขนม	15-18 กรัม
น้ำ	1 ลิตร

การเพาะเชื้อเห็ดนางรม

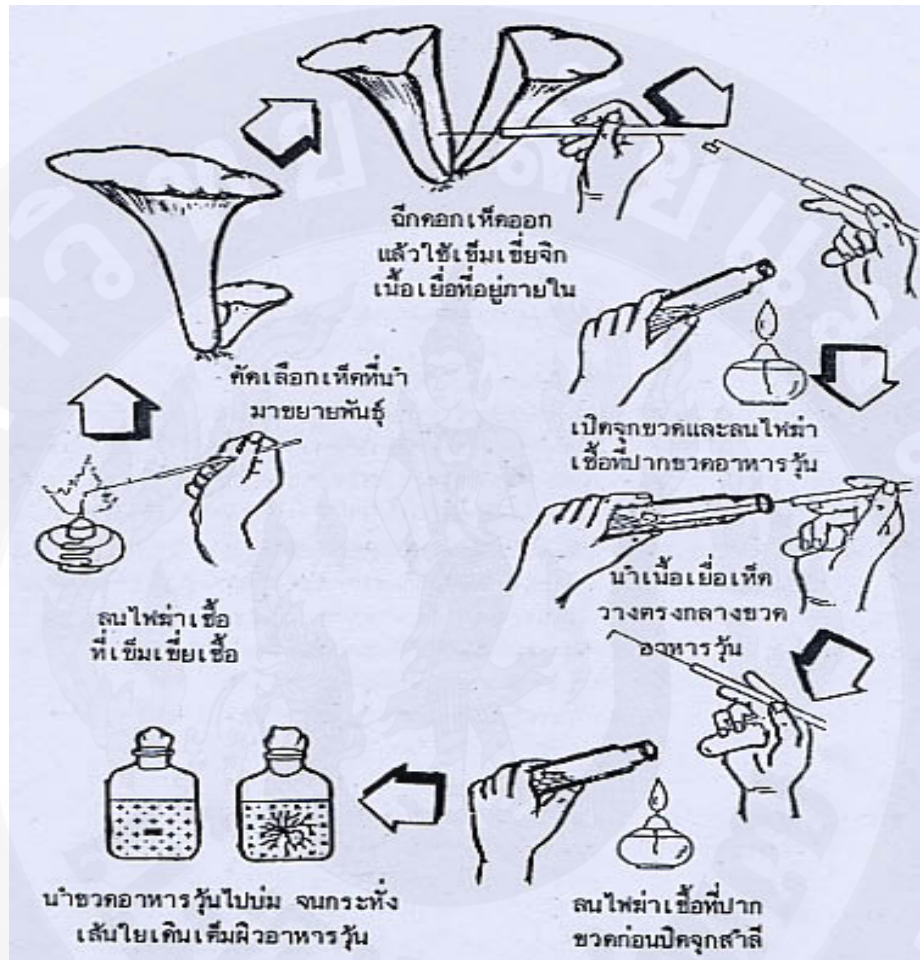
ขั้นตอนการเพาะเชื้อเห็ดเพื่อนำมาเพาะเลี้ยงในอาหารวุ้น ผสมยีสต์สกัด ควรปฏิบัติดังนี้

1. ใช้เข็มเย็บชุดแอลกอฮอล์พร้อมลนไฟฆ่าเชื้อที่ปลายเข็มเย็บ ไส้ขึ้นมาเรื่อยๆ จนถึงส่วนของด้ามที่ใช้จับ การลนเข็มควรลนในแนวตรงเพื่อให้เข็มเย็บถูกเปลวไฟให้มากที่สุด ถือเข็มให้ปลายเข็มอยู่ในอากาศนาน 15-20 วินาที และอย่าให้ปลายเข็มสัมผัสกับส่วนใดๆ ภายในตู้เชื้อ

2. ใช้มือฉีกดอกเห็ดออกเป็น 2 ส่วน แล้วใช้เข็มเย็บจิกขึ้นส่วนของเนื้อเยื่อภายในดอก โดยเลือกเนื้อเยื่อระหว่างก้านดอกกับหมวกเห็ด ใช้เข็มเย็บจิกเนื้อเยื่อติดมาเพียงเล็กน้อยก็พอ

3. วางดอกเห็ดลงพร้อมใช้มือหยิบขวดอาหารวุ้น ใช้นิ้วก้อยและอุ้งมือที่ถือเข็มเย็บตุงจุลาลี ออกพร้อมกับถือเอาไว้ ห้ามกำจุลาลีเด็ดขาด จากนั้นลนปากขวดอาหารวุ้น เพื่อฆ่าเชื้อและสอดเข็มเย็บที่มีเนื้อเยื่อติดอยู่ที่ส่วนปลายเข้าไป วางเนื้อเยื่อบนอาหารวุ้น ตึงเข็มออก ลนไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวด ก่อนปิดจุลาลี

4. นำขวดอาหารร่วนเก็บในที่มืดและอุณหภูมิสูง จะช่วยให้เส้นใยเห็ดเดินเต็มได้เร็วขึ้นภายใน 10-15 วัน เมื่อเส้นใยเดินเต็มอาหารร่วนแล้ว นำไปขยายลงในเมล็ดธัญพืชต่อไป หรือถ่ายเชื้อเห็ดจากอาหารร่วน ขยายลงบนขวดอาหารร่วนหลายๆ ขวดได้ (ภาพที่ 9.7)



ภาพที่ 9.7 ขั้นตอนการเชื้อเนื้อเยื่อเห็ดนางรมเลี้ยงบนอาหารร่วน
ที่มา : ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

การผลิตหัวเชื้อเห็ด

นิยมขยายเส้นใยเห็ดลงบนเมล็ดธัญพืช ก่อนนำไปลงในถุงก้อนเชื้อ เมล็ดพืชที่นิยมคือเมล็ดข้าวฟ่าง เพราะหาง่าย ราคาถูก หรืออาจใช้เมล็ดข้าวเปลือกแทนได้ วิธีการเตรียมเมล็ดธัญพืชควรปฏิบัติดังนี้

1. นำเมล็ดข้าวฟ่างมาคัดเอาสิ่งเจือปนออก แล้วแช่น้ำทิ้งไว้ 1 คืน (เมล็ดข้าวฟ่าง 1 กิโลกรัม จะใช้บรรจุขวดแบบได้ ประมาณ 50 ขวด หรือ 10 ขวด/กิโลกรัม)

2. ต้มจนสุกแต่เมล็ดต้องไม่บาน หากบานมากเกินไปจะทำให้เส้นใยจับตัวกันแน่นไม่สะดวกในการเปียเชื้อไปยังก้อนเชื้อเห็ด ควรจะเป็นการสุกรอบนอกเมล็ดก็เพียงพอ

3. นำมาผึ่งให้แห้งพอหมาด แล้วบรรจุลงในขวดแบนประมาณ ½ ขวด ปิดด้วยจุกสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ

4. นำขวดเมล็ดข้าวฟ่างไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาทีเพื่อฆ่าเชื้อ

5. เมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเย็นตัวลง ให้เขย่าขวดเพื่อให้ความชื้นของเมล็ดในขวดกระจายอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้เส้นใยเห็ดเดินเร็วขึ้น

6. เปียเส้นใยเห็ดในอาหารวันลงไปในขวด โดยใช้เทคนิคการปลอดเชื้อและควรปฏิบัติภายในตู้เปียเชื้อ เส้นใยจะเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างภายใน 2-3 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเชื้อในถุงก้อนเชื้อต่อไป

การผลิตเห็ดนางรมในถุงพลาสติก

หัวเชื้อเห็ดนางรมสามารถนำไปใช้ในการผลิตเห็ดทั้งในถุงพลาสติกและในท่อนไม้ เพื่อให้เห็ดนางรมใช้อาหารจากวัสดุทั้ง 2 อย่าง ในการเจริญและพัฒนาเป็นดอกเห็ดต่อไป

การผลิตเห็ดนางรมในถุงพลาสติก วัสดุที่บรรจุในถุงอาจเป็นขี้เลื่อยหรือฟางสับ ซึ่งข้าวโพดอ่อน แล้วแต่วัสดุในท้องถิ่นนั้น แต่นิยมใช้ขี้เลื่อยไม่ยางพารา และไม่จำเป็นต้องหมักขี้เลื่อย แต่จำเป็นต้องผสมอาหารเสริมเพิ่มลงในส่วนผสมเพื่อเห็ดนางรมได้ใช้อาหารเต็มที่

สูตรอาหารที่นิยมใช้มีหลายสูตร เช่น

สูตรที่ 1	ขี้เลื่อยไม่ยางพารา	100	กิโลกรัม
	รำละเอียด	5	กิโลกรัม
	น้ำสะอาด	60-70	ลิตร
สูตรที่ 2	ขี้เลื่อยไม่ยางพารา	100	กิโลกรัม
	รำละเอียด	3-5	กิโลกรัม
	แป้งข้าวเจ้า หรือน้ำตาลทราย	3-5	กิโลกรัม
	ปูนขาว	0.5-1	กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.5	กิโลกรัม
	น้ำ (ความชื้น)	65-70	ลิตร

สูตรที่ 3	ซีเลื่อยไม้ยางพารา	100	ส่วนโดยปริมาตร
	รำละเอียด	8	ส่วนโดยปริมาตร
	แป้งข้าวเจ้า หรือน้ำตาลทราย	2-3	ส่วนโดยปริมาตร
	กากถั่ว	2	ส่วนโดยปริมาตร
	หินปูน	2-3	ส่วนโดยปริมาตร
	น้ำ (ความชื้น)	70-75	ส่วนโดยปริมาตร

หมายเหตุ การเพิ่มปริมาณอาหารเสริมสูงทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้ แต่ก่อนใช้อาจเสียหายจากเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้เช่นกัน

ขั้นตอนการเตรียมวัสดุเพาะเห็ดนางรม

การเตรียมวัสดุเพาะเห็ดนางรม วัสดุหลักหากใช้ฟางข้าวแทนซีเลื่อยจะต้องนำฟางข้าวมาสับเป็นท่อนๆ ยาว 2-3 นิ้วและหมักฟางไว้ 5-7 วัน

วิธีการผสม

ใช้วัสดุหลักกองบนพื้นปูนซีเมนต์ พร้อมกับใส่อาหารเสริมลงไปกระจายให้ทั่ว ใช้พลั่วคลุกเคล้าผสมให้เข้ากันให้ดี ให้อาหารเสริมกระจายในส่วนผสมอย่างสม่ำเสมอ เติมน้ำลงไปในวัสดุเพาะให้มีความชื้นกระจายอย่างทั่วถึง ทดสอบความชื้นโดยนำขึ้นมากำแล้วบีบ หากพบว่าไม่มีน้ำไหลออกตามง่ามมือ และเมื่อแบมือออก ส่วนผสมยังจับกันเป็นก้อน แสดงว่าความชื้นในอาหารอยู่ในระดับเหมาะสม

นำวัสดุที่ผ่านการผสมแล้วบรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อน ขนาด 7 x 12 นิ้ว หรือ 7 x 13 นิ้ว โดยอัดส่วนผสมลงในถุงพลาสติก ให้น้ำหนักประมาณ 800 กรัม สวมคอขวดใช้ยางรัดแล้วปิดจุกด้วยลากลี จากนั้นนำไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งลูกทุ่งนาน 3-4 ชั่วโมงนับจากน้ำเดือด หลังจากทิ้งให้ก้อนเชื้อเห็ดเย็นตัวลง นำหัวเชื้อเห็ดหรือเชื้อขยายในเมล็ดข้าวฟ่างใส่ลงไป 10-20 เมล็ด พร้อมกับเขย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจาย

นำถุงก้อนเห็ดไปบ่มในโรงบ่มเส้นใยซึ่งเป็นที่มืดและมีอุณหภูมิสูง ประมาณ 28 - 35 องศาเซลเซียส เพื่อเร่งการเจริญเติบโตของเส้นใย เส้นใยเห็ดจะเดินเต็มก้อนเห็ดภายใน 2-3 สัปดาห์ ควรพักก้อนเห็ดไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้เส้นใยสะสมอาหาร

หลังจากนั้นหากสามารถนำก้อนเห็ดไปไว้ที่อุณหภูมิต่ำ (chilling treatment) เพื่อให้จุลินทรีย์ที่จะทำลายเห็ดชะงักการเจริญเติบโต ที่อุณหภูมิประมาณ 17-20 องศาเซลเซียส นาน 10-15 วัน จะเป็นผลดีต่อการเพาะเลี้ยง ต่อมานำก้อนเชื้อเข้าสู่โรงเรือนเปิดดอกโดยวางซ้อนกันบนชั้นตัวเอ (A) หรือ

ชั้นแขวนพลาสติก ซึ่งการเรียงไม่ควรให้สูงเกิน 1.5 เมตร เพราะความชื้นและความเย็นจากพื้นจะขึ้นไปไม่ถึง นอกจากนี้ยังสะดวกต่อการเก็บดอก ภายในโรงเรือนควรรักษาความชื้นไว้ที่ 70-90% โดยการรดน้ำ

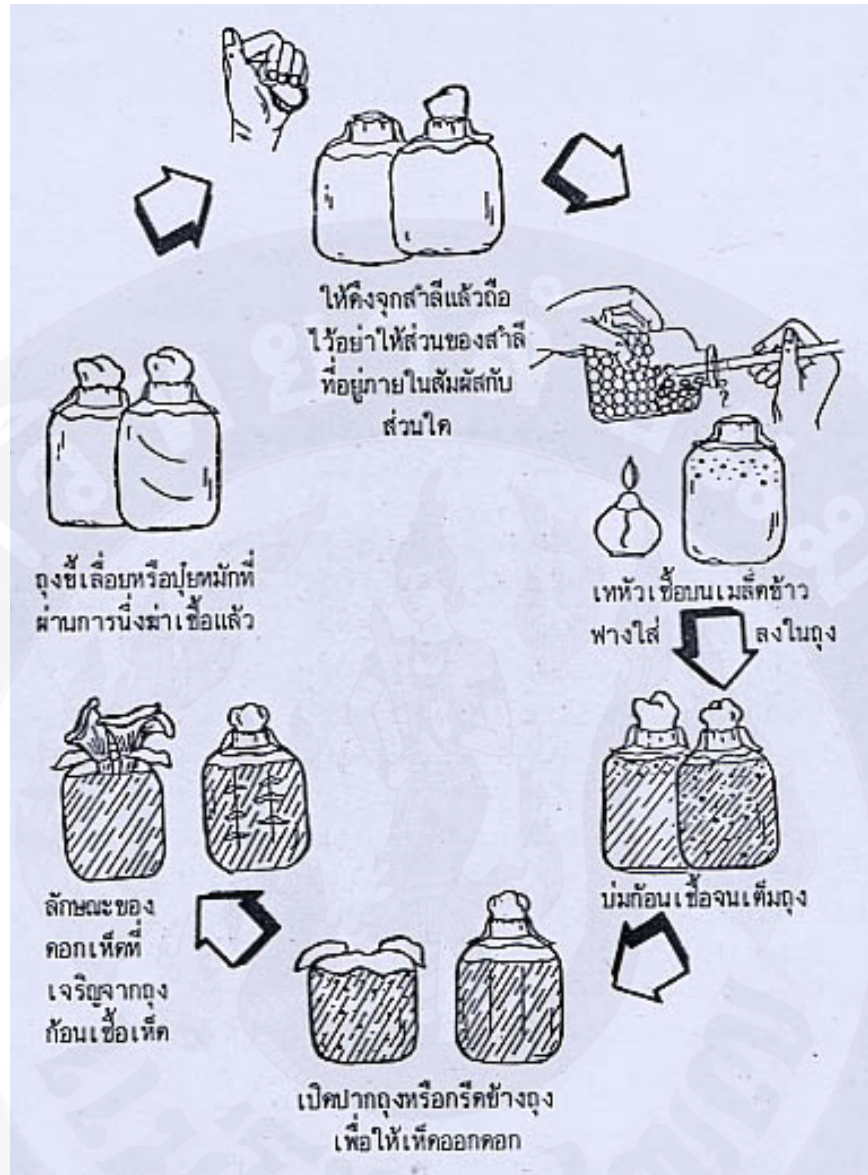
ข้อควรระวังในการเชื่อมต่อเชื้อลงในถุงก่อนเห็ด

1. หัวเชื้อเห็ดต้องไม่แก่หรืออายุมากเกินไป เพราะเส้นใยจะเจริญเติบโตช้า และต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปนเปื้อน
2. สถานที่ที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องสะอาด มีการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ อย่างสม่ำเสมอ

การเปิดถุงก่อนเชื้อเห็ดนางรม

หลังจากเส้นใยเห็ดเจริญเต็มที่แล้ว ควรปล่อยให้เส้นใยเห็ดรัดตัวและสะสมอาหารเพิ่มมากขึ้นประมาณ 5-7 วัน เปิดถุงก่อนเห็ดสามารถทำได้ 3 วิธี ดังนี้

1. การเปิดปากถุงโดยการม้วนปากถุงลง ใช้วิธีดึงคอขวดออกพร้อมกับม้วนปากถุงลง แล้วนำไปวางบนชั้นภายในโรงเรือนเพาะเห็ด ข้อเสียของการเปิดถุงแบบนี้คือ จะมีน้ำขังบนถุงทำให้ก้อนเชื้อเสียได้ และความชื้นในก้อนเห็ดสูญหายได้เร็วขึ้น
2. การเปิดปากถุงโดยใช้มีดปาดปากถุงบริเวณคอขวดออก แล้วนำไปวางบนชั้นเพาะเห็ดมีข้อเสียเหมือนวิธีแรก
3. การกรีดข้างถุงโดยใช้มีดปาดตรงคอขวดออก หรือดึงจุกสำลีออกแล้วนำก้อนเชื้อมาวางเรียงซ้อนกันภายในโรงเรือน ปล่อยให้เห็ดเจริญออกมาทางปากถุงทางเดียว เป็นวิธีใช้กันมากเพราะประหยัดพื้นที่และน้ำไม่ขังบนก้อนเชื้อ (ภาพที่ 9.8)



ภาพที่ 9.8 ขั้นตอนการเพาะเชื้อลงถุงก้อนเห็ด และการเปิดถุงให้เห็ดออกดอก
ที่มา : ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

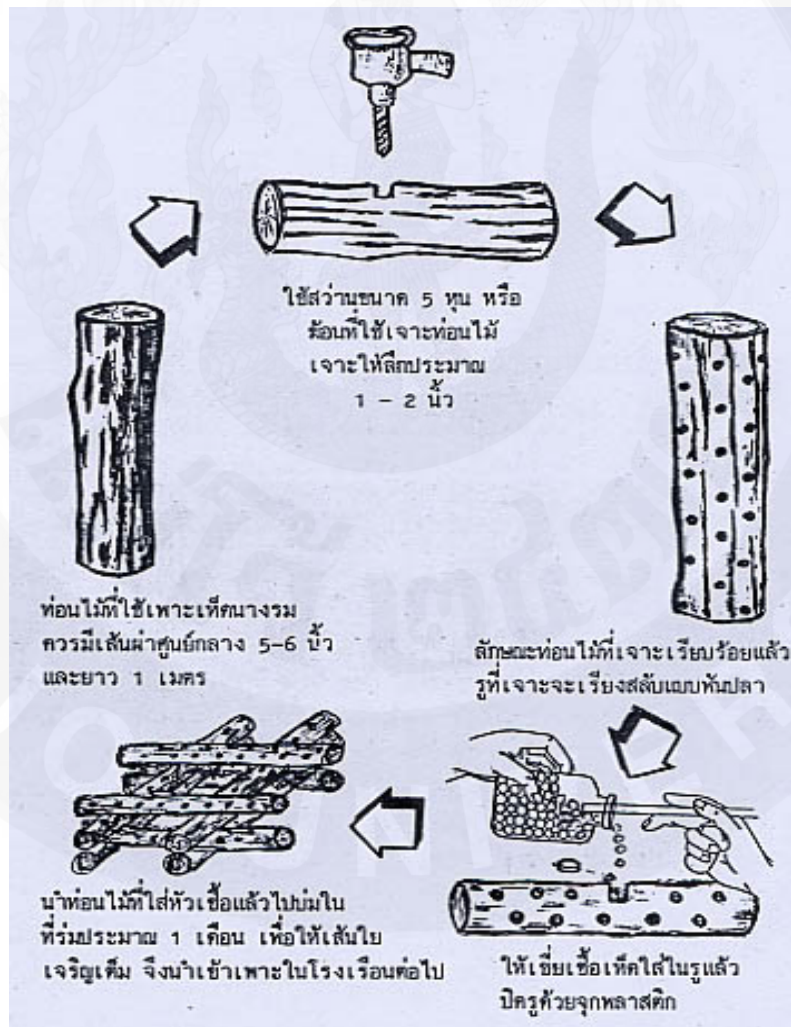
การผลิตเห็ดนางรมในท่อนไม้

วิธีการนี้เป็นการเลียนแบบธรรมชาติ เพราะเห็ดชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตในไม้เนื้ออ่อนได้เป็นอย่างดี ดอกเห็ดที่เกิดบนท่อนไม้สามารถเจริญอยู่ได้นาน 5-7 วัน โดยไม่เน่าเสีย ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างสูง สามารถปฏิบัติเป็นขั้นตอนได้ ดังนี้

- เลือกไม้เนื้ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-6 นิ้ว มีความยาวประมาณ 1 เมตร ถ้าเป็นท่อนไม้ยาวพาราควรทิ้งไว้ 5-7 วัน เพื่อให้ยางที่เปลือกแห้งก่อน

- ใช้ค้อนหรือสว่านเจาะรูบนท่อนไม้แบบสลับฟันปลา แต่ละรูลึกประมาณ 2 นิ้ว และอยู่ห่างกัน 4-6 นิ้ว
- นำหัวเชื้อเห็ดนางรมใส่ลงไปในรู พร้อมกับปิดปากรูด้วยจุกพลาสติก หรือเปลือกหุ้มไม้ที่เจาะออกมาเคลือบซีฟิ่ง จากนั้นนำท่อนไม้ไปบ่มในร่มนานประมาณ 1 เดือน เพื่อให้เส้นใยเห็ดนางรมเจริญในท่อนไม้ก่อน จึงนำไปเปิดดอกภายในโรงเรือนเปิดดอก
- เห็ดนางรมจะเริ่มให้ดอกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม้ผุ จะใช้เวลาประมาณ 6 เดือนจะได้ผลผลิตประมาณ 7 กิโลกรัม ต่อท่อน

เชื้อเห็ดที่จะนำมาสำหรับขยายเชื้อเห็ดนางรมควรเป็นไม้ชนิดเดียวกันจะให้ผลดีที่สุด สภาพโรงเรือนที่ใช้เพาะเห็ดควรเก็บความชื้นได้ดี และควรมีความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับ 80% (ภาพที่ 9.9)



ภาพที่ 9.9 ขั้นตอนการเพาะเห็ดนางรมในท่อนไม้
ที่มา : ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

ปัญหาในการเพาะเห็ดนางรม

เส้นใยไม่เดินลงก้อนเชื้อเห็ด

อาจเกิดจากสาเหตุเหล่านี้

1. หัวเชื้อเห็ดเป็นเชื้ออ่อน หรือเส้นใยที่นำมาทำหัวเชื้อเห็ดผ่านการต่อเชื้อเห็ดมาหลายครั้ง ทำให้เส้นใยอ่อนแอ จึงควรเลือกหัวเชื้อที่ได้จากพันธุ์ดี ให้ผลผลิตสูง และไม่ควรต่อเชื้อบ่อยครั้ง
2. หัวเชื้อเห็ดมีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปนเปื้อน และเจริญแข่งกับเส้นใยเห็ด ผู้เพาะเลี้ยงควรสังเกตตั้งแต่ระยะเลี้ยงบนอาหารว่า มีเชื้ออื่นปนหรือไม่ และหลังจากขยายลงบนเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว ต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์อื่น
3. เลือกวัสดุเพาะที่ปราศจากสารเคมีปะปนอยู่ โดยเฉพาะสารกำจัดโรคพืชไม่ว่าจะเป็นฟางข้าว ขี้เลื่อย
4. สภาพความเป็นกรด-ด่าง ไม่เหมาะสม ควรให้มี pH ระหว่าง 6.5-6.8
5. ขี้เลื่อยที่ใช้เพาะมีความชื้นมากเกินไป เพราะสภาพดังกล่าวเชื้อแบคทีเรียและเชื้ออื่นจะเจริญได้ดีกว่า

เส้นใยเห็ดเดินบางมาก

เส้นใยเห็ดเดินแต่ลักษณะการเดินของเส้นใยบางมากอาจเกิดจาก

1. มีอาหารเหลืออยู่น้อยในถุงก้อนเห็ด หรือมีอาหารเสริมน้อยเกินไป
2. การนึ่งฆ่าเชื้อยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ ใช้เวลาในการนึ่งน้อยเกินไป

เส้นใยเห็ดเดินแล้วหยุด

ก้อนเชื้อเห็ดมีความชื้นมากเกินไป จะสังเกตเห็นน้ำไหลมารวมกันที่ก้นถุง เชื้อแบคทีเรียจะเจริญได้ดี มีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้น และอาจเกิดจากเชื้อเห็ดอ่อนแอ

เห็ดออกดอกช้าหลังจากเปิดถุงแล้ว

เมื่อเส้นใยเดินเต็มถุงแล้วควรปล่อยให้เส้นใยรัดตัว นาน 8-10 วัน เส้นใยต้องสานกันแน่นและสะสมอาหารให้มากพอจึงจะพัฒนาไปเป็นดอก นอกจากนี้อาจมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์สูง เพราะการระบายอากาศไม่ดีพอ หรือภายในโรงเรือนอาจมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป หรือมีความชื้นไม่เพียงพอ

ดอกเห็ดเกิดขึ้นแต่ไม่พัฒนาไปเป็นดอก

มักจะเหี่ยวและแห้งตายในที่สุด อาจเกิดขึ้นจาก

1. หัวเชื้อเห็ดอ่อนแอ ต้องเลือกหัวเชื้อที่ดีและแข็งแรงเท่านั้น
2. เปิดปากถุงก่อนเชื้อกว้างเกินไป ทำให้เกิดดอกเห็ดมากโดยอาหารมีไม่พอเพียงและน้ำในก้อนเชื้อเคลื่อนย้ายออก จึงไม่ควรเปิดปากถุงให้กว้างเกินไป
3. ความชื้นในโรงเรือนมีน้อย ควรฉีดพ่นน้ำ ในทางตรงกันข้ามหากฉีดพ่นน้ำให้กระทบกับก้อนเห็ดโดยตรง จะทำให้ดอกเห็ดเน่าเสียหายได้ ควรฉีดพ่นน้ำเป็นละอองฝอยในอากาศ
4. มีเชื้อจุลินทรีย์และเชื้ออื่นๆ แพร่ระบาดมาก จึงต้องรักษาความสะอาดภายในโรงเรือนให้ดี และอาจมีแมลงศัตรูเห็ด กัดและทำลายก้อนเชื้อเห็ดจำเป็นต้องจัดโรงเรือนให้สะอาดก่อนนำก้อนเชื้อเห็ดเข้า และระหว่างการเกิดดอก

การเพิ่มผลผลิตของเห็ดนางรม

นอกจากจะเพิ่มผลผลิตโดยเพิ่มอาหารเสริมในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้ว ยังมีวิธีการเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นได้ โดยการเพิ่มปุ๋ยให้แก่ก้อนเชื้อที่เปิดถุง วิธีการที่ใช้คือนำปุ๋ยยูเรีย 100 กรัม ผสมกับปุ๋ยดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต 50-100 กรัม ละลายในน้ำสะอาด 20 ลิตร ฉีดพ่นให้กับก้อนเชื้อที่เปิดถุงแล้ว 2 วัน และฉีดพ่นทุกวัน จนกระทั่งดอกเห็ดมีขนาดเท่าเหรียญบาท จะช่วยให้ดอกเห็ดเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

เห็ดนางฟ้า (เห็ดนางรมอินเดีย) เห็ดนางฟ้าภูฐาน (เห็ดนางรมภูฐาน เห็ดภูฐาน)

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไปของเห็ดนางฟ้า

เป็นเห็ดสกุลเดียวกันเห็ดนางรมและเห็ดเป๋าฮื้อ มีถิ่นกำเนิดในแถบภูเขาหิมาลัยประเทศอินเดีย ในสภาพธรรมชาติชอบเจริญเติบโตตามต้นไม้ผุ ในบริเวณนี้มีอากาศชื้นและเย็นมีลักษณะคล้ายเห็ดนางรม และเห็ดเป๋าฮื้อ แต่ดอกจะมีสีขาวนวลจนถึงสีน้ำตาลอ่อน เห็ดนางฟ้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15-35 องศาเซลเซียส และที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด

ดร.ศิริพงศ์ บุญหลง ได้นำมาเพาะในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2518 ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย ต่อมามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และกรมวิชาการเกษตรได้ทดลองเลี้ยงพบว่า เห็ดชนิดนี้เจริญเติบโตดีให้ผลผลิตเร็ว และใช้ผลผลิตในรูปการค้าได้ เพราะมีขนาดดอกปานกลาง เนื้อแน่น รสชาติดี เหมาะที่จะนำมาแปรรูปบรรจุกระป๋อง

ชีววิทยาและสัณฐานวิทยา

การจำแนกเห็ดนางฟ้า

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singers

ชื่อสามัญ : grey oyster mushroom หรือ Indian mushroom หรือ sajor-caju

Subdivision	Basidiomycotina
Class	Hymenomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales (Agarics)
Family	Pleurotaceae
Genus	<i>Pleurotus</i>
Specie	<i>sajor-caju</i>

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. **หมวกดอก (cap)** หมวกดอกหนาและมีเนื้อแน่นกว่าเห็ดนางรม มีสีน้ำตาลอ่อนคล้ายเห็ดเป๋าฮื้อ แต่สีจางกว่า มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3-6 นิ้ว ดอกอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกระจุกก็ได้

2. **ก้านดอก (stalk)** ก้านดอกเป็นเนื้อเดียวกับหมวกดอกคล้ายเห็ดนางรม แต่มีเนื้อแน่นสีขาว และไม่มีวงแหวนรอบก้านดอก ถ้าเจริญเติบโตในสภาพธรรมชาติตามขอนไม้ ดอกเห็ดจะมีลักษณะเรียงรายลดหลั่นเป็นชั้นๆ ก้านดอกจะสั้นมาก

3. **ครีบอก (gill)** ครีบอกมีสีขาว และครีบอกมีความยาวตลอดจนถึงก้านดอก

4. **เส้นใย (mycelium)** มีลักษณะค่อนข้างละเอียด แต่มีสีขาวมากกว่าเห็ดนางรม การเจริญเติบโตของเส้นใยมีลักษณะคล้ายเห็ดนางรม

ก.



ข.



ภาพที่ 9.10 ก. ลักษณะดอกเห็ดนางฟ้า

ข. ซ้าย - ลักษณะดอกเห็ดภูฐาน กลาง - ลักษณะดอกเห็ดนางฟ้า
และ ขวา-ลักษณะดอกเห็ดนางรม

อีก 10 ปีต่อมา ในปี พ.ศ. 2528 ได้มีการนำพันธุ์เห็ดนางฟ้าจากต่างประเทศเข้ามาทดลองเพาะเลี้ยงในประเทศไทย พบว่า เห็ดนางฟ้าที่นำมาจากประเทศภูฐาน มีลักษณะเด่นหลายประการ

จึงให้ชื่อว่า เห็ดนางฟ้าภูฐาน หรือเห็ดนางรมภูฐาน หรือเห็ดภูฐาน ยังไม่มีชื่อสามัญ และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pleurotus eous* มีข้อดีอยู่หลายประการ กล่าวคือ

1. เส้นใยเห็ดนางฟ้าภูฐานเจริญได้ดีในอาหารร่วน PDA และหากผสมถั่วเหลืองหรือถั่วเขียวในอาหารร่วนแล้ว เส้นใยจะเจริญเติบโตได้ดีมาก
2. ในการผลิตหัวเชื้อในเมล็ดธัญพืชเส้นใยเห็ดจะเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว
3. ให้ดอกเร็ว ภายหลังจากเชื้อหว่านเชื้อลงถุงก้อนเห็ด 2-3 สัปดาห์ สามารถเปิดถุงให้ออกดอกได้ นอกจากนี้ช่วงห่างของการเก็บผลผลิตดอกจะสั้น มีการพักตัวเพียง 5-7 วัน แล้วจะออกดอกให้ผลผลิตรุ่นต่อไปได้
4. มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารในถุงก้อนเห็ด มาใช้เพื่อการเจริญเติบโตสูงมาก และยังพบการต้านราเขียวและราดำได้ดี
5. มีรสชาติอร่อยเหมือนเห็ดนางรม มีกลิ่นหอม รสหวาน และมีความกรอบ เก็บรักษาไว้ได้นานกว่าเห็ดนางรมโดยเฉพาะในที่ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ
6. ให้ผลตอบแทนสูงกว่าเห็ดในสกุลเห็ดนางรมอื่นๆ สามารถเพาะในวัสดุเพาะชนิดต่างๆ ได้ดี และเพาะได้ทุกฤดูกาล

คุณค่าทางอาหารของเห็ดนางฟ้า

ในตารางที่ 9.4 แสดงปริมาณธาตุอาหารและกรดอะมิโนที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

ตารางที่ 9.4 ปริมาณธาตุอาหารและกรดอะมิโนในเห็ดนางฟ้า

รายการ	หน่วย
1. ปริมาณธาตุอาหาร (nutrients)	
แคลเซียม (Ca)	20 mg/100 g
ฟอสฟอรัส (P)	760 mg/100 g
โปแตสเซียม (K)	3260 mg/100 g
เหล็ก (Fe)	124 ppm
แคดเมียม (Cd)	0.3 ppm
สังกะสี (Zn)	12 ppm
ทองแดง (Cu)	12.2 ppm
ตะกั่ว (Pb)	3.2 ppm
2. ปริมาณกรดอะมิโน (amino acid)	
Isoleucine	78 mg/g ของ crude protein nitrogen
Leucine	68.1 mg/g ของ crude protein nitrogen
Lysine	73.5 mg/g ของ crude protein nitrogen
Methionine + Cystine	62.5 mg/g ของ crude protein nitrogen

Phenylalanine + Tyrosine	137.8 mg/g ของ crude protein nitrogen
Threonine	88 mg/g ของ crude protein nitrogen
Tryptophan	91 mg/g ของ crude protein nitrogen
valine	76.1 mg/g ของ crude protein nitrogen

ที่มา : Oei (1991)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเห็ดนางฟ้า

อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการออกดอกของเห็ดนางฟ้า คือประมาณ 25 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส และสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เห็ดนางฟ้าจะไม่ออกดอก หากก่อนเห็ดได้รับอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาสั้นๆ จะช่วยชักนำให้ดอกเห็ดดีขึ้น

ความชื้น

เป็นเห็ดที่ต้องการความชื้นในอากาศสูงระหว่าง 80-85%

ปริมาณธาตุอาหารในวัสดุเพาะ

การเพิ่มปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3) สามารถเพิ่มไนโตรเจนในดอกเห็ดได้ 5.32%

การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ (แม่เชื้อ)

การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ มีขั้นตอนคล้ายกับเห็ดนางรม ประกอบด้วย

1. การเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์บนอาหารวุ้น อาจใช้อาหารวุ้น PDA หรือใช้สูตรเดียวกับเห็ดนางรม หรือจะใช้อาหารวุ้นผสมน้ำสกัดจากถั่วเหลืองหรือถั่วเขียวก็ได้
2. การทำหัวเชื้อในเมล็ดธัญพืช (เมล็ดข้าวฟ่าง)

การผลิตก้อนเชื้อ

มีวิธีการคล้ายกับเห็ดนางรม โดยใช้วัสดุพวกฟางข้าวสับ ชังข้าวโพด ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน สูตรนี้ใช้เหมือนก้อนเห็ดนางรม หรือใช้สูตรดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1	ฟางข้าวสับยาว 2-3 นิ้ว	100 กิโลกรัม
	ปุ๋ย 16-20-0	1 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.2 กิโลกรัม
	ปูนขาว	1 กิโลกรัม
	ความชื้น	75-70 %

สูตรที่ 2	ซีลี้อยแห้ง	100	กิโลกรัม
	รำละเอียด	5	กิโลกรัม
	แป้งข้าวเจ้าหรือน้ำตาล	1	กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.2	กิโลกรัม
	ปูนขาว	1	กิโลกรัม
	ความชื้น	60-70	%

วิธีทำ

1. ถ้าใช้ฟางข้าวต้องหมักก่อน โดยฉีดยาให้แก่งของฟางให้ทั่วถึงและสม่ำเสมอ ผสมปุ๋ยเคมี 16-20-0 และดีเกลือลงไป แล้วใช้พลาสติกคลุมกองฟางให้มิดชิด พร้อมกับหมักทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน
2. ให้กลับกองฟางข้าวในวันที่ 3 หรือ 4 และในวันที่ 6 อีกครั้งหนึ่ง วันที่ 7 ให้กลับกองฟางอีกครั้ง พร้อมกับคลุกปูนขาวผสมลงไปอีก 1 กิโลกรัม หมักทิ้งไว้อีก 1-2 วัน (ให้ปูนขาวไล่ NH_4)
3. หากใช้ซีลี้อยไม่ต้องหมักเหมือนกับกองฟาง ควรใช้ซีลี้อยกลางเก่ากลางใหม่ ถ้าเป็นซีลี้อยเก่าธาตุอาหารอาจมีเหลือน้อย และมีเชื้อจุลินทรีย์มาก ถ้านิ่งก้อนเชื้อไม่ดีจะเสียได้ง่าย หากเป็นซีลี้อยใหม่ ธาตุอาหารบางอย่างสลายตัวออกมาช้า
4. นำซีลี้อยมากองบนพื้นที่สะอาด ผสมอาหารเสริมตามสูตร ใช้พลั่วคลุกผสมเข้ากันให้ดี เสียก่อน แล้วจึงเติมน้ำลงไป ทดสอบความชื้นโดยวิธีบีบว่าอยู่ในระดับเหมาะสมหรือไม่ บรรจุในถุงให้มีน้ำหนักประมาณ 0.8-1 กิโลกรัม อัดถุงก้อนเชื้อให้แน่น สวมคอขวด ปิดจุกสำลีแล้วหุ้มด้วยกระดาษ หนึ่งฟ่อนมัดด้วยหมอนึงผูกทุ่นาน 2-3 ชั่วโมง นับจากน้ำเดือด

การใส่หัวเชื้อหรือเชื้อเชื้อลงก้อนปุ๋ยหมัก

หลังก้อนเชื้อเห็ดเย็นตัวลงควรใส่หัวเชื้อจากเมล็ดข้าวฟ่างลงทันที เพราะถ้าทิ้งไว้นาน เชื้อแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดี ยังมีชีวิตอยู่จะเจริญแข่งขันกับเชื้อเห็ดได้ การเชื้อเชื้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ควรใช้หัวเชื้อที่เจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่างใหม่ๆ เพราะเชื้อในระยะนี้กำลังแข็งแรงจะเจริญเต็มก้อนเชื้อได้เร็วขึ้น
2. สถานที่เชื้อควรเป็นห้องที่สะอาด ป้องกันลมพัดได้เพื่อลดเชื้อปนเปื้อน
3. การเชื้อเห็ดควรใช้หลอดแข็งๆ เผลาไฟให้ร้อนเพื่อฆ่าเชื้อ แล้วควนและตีเมล็ดข้าวฟ่างให้ร่วนแยกออกจากกัน เพื่อสะดวกในการเทเมล็ดข้าวฟ่างลงในถุงก้อนเชื้อ
4. ใส่เชื้อเห็ดลงในถุงก้อนเชื้อประมาณ 20-30 เมล็ดต่อถุง พร้อมจุกสำลีและหุ้มกระดาษไว้เหมือนเดิม

5. นำก้อนเชื้อที่ผ่านการแช่ไปต้มเชื้อในห้องที่สะอาด นาน 15 วัน หากพบการทำลายจากมดหรือศัตรูอื่นต้องรีบกำจัด

การทำให้เกิดดอกเห็ด

เมื่อเส้นใยเห็ดนางฟ้าเดินเต็มก้อน ควรทิ้งไว้ระยะหนึ่งให้เส้นใยเห็ดรัดตัวและมีการสะสมอาหารเพื่อให้ดอกเห็ดต่อไป

ย้ายก้อนเชื้อเห็ดไปยังโรงเรือนเปิดดอก เปิดก้อนเชื้อเห็ดให้มีความชื้นในบรรยากาศ 80-90% เห็ดนางฟ้าจะมีกลิ่นหอมและดึงดูดแมลงศัตรูเห็ด เช่น แมลงหวี่ ควรหาทางป้องกันกำจัดเพื่อลดการแพร่ระบาดลง เช่น ใช้กับดักกาวเหลือง

เห็ดเป๋าฮื้อ

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

เห็ดเป๋าฮื้อเป็นเห็ดรับประทานได้อีกชนิดหนึ่งและได้รับความนิยมสูงกว่าเห็ดนางรม เนื่องจากเนื้อเห็ดมีความแน่นเนื้อมากกว่า และมีรูปร่างคล้ายอาหารกระป๋องชนิดหนึ่งที่เรียกว่า เ็น หอย หรือเป๋าฮื้อ ถือว่าเป็นเห็ดที่มีรสอร่อยไม่แพ้เห็ดชนิดอื่น โดยธรรมชาติขึ้นอยู่บนเปลือกไม้ หรือ ขอนไม้ผุในฤดูฝน เห็ดเป๋าฮื้อมีราคาค่อนข้างสูงสม่ำเสมอตลอดปี สามารถนำไปผลิตเห็ดกระป๋องได้ดี เพราะโครงสร้างของดอกเห็ดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเห็ดชนิดอื่น สามารถเก็บรักษา ในสภาพเห็ดสดได้นานกว่าเห็ดชนิดอื่นโดยเฉพาะการเก็บไว้ในตู้เย็น นอกจากนี้ยังสามารถเพาะได้ทุก ฤดูกาลและทุกภาคของประเทศ และไม่มีปัญหาในเรื่องของตลาด

ชีววิทยาและสัณฐานวิทยาของเห็ดเป๋าฮื้อ

การจำแนกเห็ดเป๋าฮื้อ

ชื่อวิทยาศาสตร์: *Pleurotus abalonus* (*P. cystidiosus*)

ชื่อสามัญ : abalone mushroom

Subdivision	Basidiomycotina
Class	Hymenomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales (Agarics)
Family	Pleurotaceae
Genus	<i>Pleurotus</i>
Specie	<i>abalone</i>

เนื่องจากมีความใกล้เคียงกับเห็ดนางรม หรือเห็ดในสกุล *Pleurotus* จึงทำให้มีลักษณะ ภายนอกคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันตรงที่สี และความแน่นเนื้อของดอก เห็ดเป๋าฮื้อถูกจัดเป็นสปีชี ใหม่ของเห็ดนางรม ที่มีการสร้างสปอร์แบบไม่มีเพศ (asexual spore) ใน basidiomycetes จะสร้าง asexual spore น้อยมาก โดยทั่วไปจะแพร่พันธุ์ด้วย sexual spore แทบทั้งสิ้น เรียกว่า basidiospore

ลักษณะเส้นใยเมื่ออยู่บนอาหารวันจะมีสีขาว หลังเพาะเลี้ยงได้ 7-10 วัน เส้นใยจะคอร์เมีย (coremia) รวมกันเป็นกลุ่มมีสีดำอยู่บนก้านสั้น เกิดทั่วไปบนผิวของอาหาร

ลักษณะของดอก การออกดอกส่วนมากจะออกเป็นดอกเดี่ยวมากกว่าออกเป็นกลุ่ม ดอกมีรูปร่างคล้ายไต ส่วนของหมวกเห็ดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-15 เซนติเมตร ผิวหมวกเห็ดด้านบนเรียบมีลักษณะแห้งไม่เปียกเป็นเมือก มีสีครีมถึงเทาเข้ม ส่วนตรงกลางหมวกจะบุ๋มลงไป ครีบริบใต้หมวกมีสีขาวถึงสีครีม ก้านดอกสั้นแต่มีขนาดใหญ่และแข็งแรง ส่วนของก้านดอกไม่ติดตรงกลางหมวกเหมือนเห็ดฟางจะติดอยู่ตรงขอบของหมวก ส่วนของก้านดอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 5-8 เซนติเมตร (ภาพที่ 9.11) ลักษณะพิเศษของเห็ดชนิดนี้ คือ มีสปอร์เรียงติดกันแบบลูกโซ่ เมื่อรวมกันมากจะเห็นเป็นจุดหรือหยดสีดำ เกิดขึ้นทั้งบนอาหารวุ้น ก้อนเชื้อ และส่วนโคนของดอกเห็ด



ภาพที่ 9.11 ลักษณะดอกเห็ดเป่าฮื้อ

ที่มา : อนงค์ (2530)

เห็ดเป่าฮื้อมีแหล่งกำเนิดดั้งเดิมอยู่ที่ประเทศไต้หวัน และจีน แบ่งตามสีของหมวกดอกปัจจุบันมี 4 สายพันธุ์ ได้แก่

1. **เห็ดเป่าฮื้อสีดำ** ดอกมีสีน้ำตาลเข้ม มีโครงสร้างของดอกแน่นมาก แต่ไม่เหนียว ผลผลิตจะนำไปใช้สำหรับบรรจุกระป๋อง สายพันธุ์นี้เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 24 – 28 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิสูงกว่านี้ดอกเห็ดจะมีน้ำหนักเบา และรสชาติไม่ดี การเจริญของเห็ดจะช้ามาก เห็ดเป่าฮื้อสายพันธุ์นี้ถ้าเพาะเลี้ยงด้วยสปอร์จะมีความแปรปรวนมาก

2. **เห็ดเป่าฮื้อสีเหลือง (สีครีม)** กลายพันธุ์มาจากเห็ดเป่าฮื้อสีดำ แต่มีโครงสร้างไม่แน่นเท่าสีดำ ขนาดดอกใหญ่กว่าและมีสีอ่อนสวยงามกว่า จึงเหมาะต่อการนำมาบริโภคสด เป็นพันธุ์ที่ทนร้อนได้ดี และให้ผลผลิตสูง

3. **เห็ดเป่าฮื้อญี่ปุ่น** มีสีเทาแก่เจริญเติบโตได้ดีในที่อุณหภูมิต่ำ ระหว่าง 15-22 องศาเซลเซียส ใช้เพาะเลี้ยงได้ที่ภาคเหนือในฤดูหนาว และเป็นพันธุ์ที่ใช้บริโภคสด

4. **เห็ดเป่าฮืออินเดีย** มีสีเทาเข้มเกือบดำ ดอกใหญ่ปานกลาง เนื้อไม่แน่น อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 16-24 องศาเซลเซียส การเจริญเติบโตเร็วกว่าเห็ดเป่าฮือสีดำ เนื่องจากมีกลิ่นหอมจึงใช้บริโภคสด

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป่าฮือ

ควรปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ดังนี้

1. **แสง** แสงมีส่วนกระตุ้นให้เห็ดออกดอกโดยเฉพาะสีของหมวกดอก หากเจริญในที่มืดหมวกดอกจะมีสีเข้ม หากแสงมาก สีของหมวกจะมีสีจางลง ถ้าแสงน้อยหรือไม่มีแสงจะกระตุ้นการเจริญของก้านดอก
2. **ความชื้น** ต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงมาก ระหว่าง 90-95% ในโรงเรือนเพาะเห็ด ความชื้นสัมพัทธ์สูงจะทำให้ดอกเห็ดมีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก
3. **อุณหภูมิ** อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดเป่าฮือควรอยู่ระหว่าง 25 –30 องศาเซลเซียส หากต่ำหรือสูงกว่านี้ เห็ดจะไม่ออกดอก หรือดอกที่ออกอาจมีลักษณะผิดปกติ

การเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

การเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ (mothermycelium) เป็นขั้นตอนการแยกเนื้อเยื่อบริสุทธิ์จากดอกเห็ด โดยคัดเลือกดอกเห็ดเป่าฮือที่มีลักษณะดี ตัดเนื้อเยื่อวางบนอาหารวุ้น PDA ในขวดแบนโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อปนเปื้อน นำขวดเชื้อเห็ดไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 สัปดาห์ เส้นใยเห็ดจะงอกแพร่ขยายเต็มผิวอาหารวุ้น จะพบว่าเส้นใยเห็ดเป่าฮือมีการสร้างคอร์เมีย ซึ่งรวมกันเป็นกลุ่มสีดำอยู่บนก้านสั้นๆ บนผิวอาหารวุ้นเป็นจำนวนมาก

การผลิตหัวเชื้อเห็ด (motherspaw) บนเมล็ดธัญพืช

เป็นการเพิ่มปริมาณเส้นใยเห็ดบริสุทธิ์ในเมล็ดธัญพืช เชื้อเห็ดเป่าฮือบริสุทธิ์ในขวดจะถูกนำมาขยายผลเป็นหัวเชื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งหาได้ง่ายและราคาถูก แต่การใช้เมล็ดข้าวสาลีและลูกเดือยเชื้อเห็ดเป่าฮือจะเจริญได้เร็วกว่าเมล็ดข้าวฟ่าง

ขั้นตอนการปฏิบัติในการผลิตหัวเชื้อเห็ด

1. แช่เมล็ดธัญพืชในน้ำสะอาด 1 คืน นำไปต้มหรือึ่งพอสุกแล้วนำมาผึ่งลมให้แห้งพอหมาด กรอกใส่ขวดแบนประมาณครึ่งขวด แล้วปิดจุกด้วยสำลีและหุ้มด้วยกระดาษอีกชั้นหนึ่ง นำขวดบรรจุเมล็ดธัญพืชไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดันที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที

2. เมื่อขุดเมล็ดธัญพืชเย็นตัวลง ให้เขย่าขวดเพื่อเมล็ดจะได้กระจาย ให้เข็มเย็บที่ฆ่าเชื้อ แล้วตัดขึ้นเส้นใยบนอาหารร่วน ขนาด 1 ตร.เซนติเมตร ปฏิบัติการภายในตู้เย็บเชื้อเพื่อให้เชื้อเห็ดเจริญเต็มขวดเมล็ดธัญพืชได้เร็วขึ้น ในการเย็บเชื้อเห็ดลงในขวดเมล็ดธัญพืช ให้เอียงขวดไปด้านหนึ่ง ก่อน แล้วนำขึ้นเส้นใยบนอาหารร่วนวางตรงกลางขวด เมื่อยกขวดตั้งขึ้นเมล็ดธัญพืชจะกลบขึ้นเส้นใย ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว นำเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2-3 สัปดาห์ เชื้อเห็ดจะเจริญเต็มเมล็ดธัญพืชพร้อมที่จะนำไปต่อเชื้อในถุงซีลเย็บต่อไป

การผลิตก้อนเชื้อเห็ด

การผลิตก้อนเชื้อเห็ด (bag culture) เป็นขั้นตอนการย้ายเส้นใยเห็ดจากหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดธัญพืชลงบนวัสดุเพาะในถุงพลาสติก วัสดุเพาะเหล่านี้ได้แก่ ขี้เลื่อย ฟางข้าว ชังข้าวโพด แต่ที่นิยมใช้ทั่วไปได้แก่ ฟางข้าวและขี้เลื่อยไม่ยางพารา

หากใช้ฟางข้าวต้องหมักฟางให้มีสภาพเหมาะต่อการเจริญของเห็ดเป่าฮื้อ โดยเพิ่มอาหารเสริมบางอย่างเข้าไป หากใช้ขี้เลื่อยไม่ต้องผ่านการหมัก สามารถนำขี้เลื่อยผสมกับอาหารเสริมไปเพาะเห็ดได้

สูตรที่ใช้ในการเพาะเห็ดเป่าฮื้อมี 5 สูตร คือ

สูตรที่ 1	ฟางสับยาว 4-6 นิ้ว	100	กิโลกรัม
	ยูเรีย	1	กิโลกรัม
	(หรือ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)	2	กิโลกรัม)
	ปูนขาว	1	กิโลกรัม
	ปุ๋ยคอกเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	1	กิโลกรัม
	รำละเอียด	3	กิโลกรัม
สูตรที่ 2	ฟางสับ	100	กิโลกรัม
	ปุ๋ยนา (16-20-0 หรือ 18-20-0 หรือ 20-20-0)	2	กิโลกรัม
	ปูนขาว	0.5-1	กิโลกรัม
	รำละเอียด	3	กิโลกรัม
สูตรที่ 3	ฟางสับ	100	กิโลกรัม
	ยูเรีย	1	กิโลกรัม
	ดีเกลือ(ใส่เมื่อกลับกองครั้งที่ 1)	1.2	กิโลกรัม

	หินปูนหรือ ปูนขาว	0.5	กิโลกรัม
	น้ำ (ใส่เมื่อกลับกองครั้งที่ 2)	140-170	กิโลกรัม
สูตรที่ 4	ฟางสับ	100	กิโลกรัม
	ยูเรีย	1	กิโลกรัม
	สาเหล้ม	0.5	กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.2	กิโลกรัม
	หินปูนหรือ ปูนขาว	0.5	กิโลกรัม
	น้ำ (ใส่เมื่อกลับกองครั้งที่ 2)	140-170	กิโลกรัม
สูตรที่ 5	ขี้เลื่อยแห้ง	20	ส่วนโดยปริมาตร
	รำ	4	ส่วนโดยปริมาตร
	ข้าวโพดป่น	3	ส่วนโดยปริมาตร
	น้ำตาล	1	ส่วนโดยปริมาตร
	ดีเกลือ	0.20	โดยน้ำหนักของขี้เลื่อย
	น้ำ	5-6	ส่วนโดยปริมาตร

การผลิตก้อนเชื้อโดยใช้ฟางหมัก

การผลิตก้อนเชื้อโดยใช้ฟางหมัก มี 2 วิธี คือ

1. นำฟางสับยาว 4 - 6 นิ้ว มาแช่น้ำหรือรดน้ำ รอให้สะเด็ดน้ำแล้วผสมกับปุ๋ยวิทยาศาสตร์ โดยหมักให้เป็นกองสูงแล้วคลุมด้วยพลาสติก หมักทิ้งไว้ 3 วัน หากกองฟางแห้งให้ใช้บัวรดน้ำรดรอบๆ กองฟาง

พลิกกองปุ๋ยหมัก ตีก้อนปุ๋ยให้แตก ใส่ปูนขาวหมักต่ออีก 3 วัน

พลิกกองปุ๋ยหมัก ให้เป็นรูปสามเหลี่ยมกองปุ๋ยหมักแบบหลวมๆ เพื่อให้อากาศถ่ายเทให้มากที่สุด ทิ้งไว้ 1 วัน ให้แอมโมเนียระบายนออกไป ใส่ปูนขาวได้ NH_4

วันต่อมาให้ผสมรำข้าว แล้วบรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อน

2. นำฟางมาแช่น้ำ แล้วกองบนพื้นซีเมนต์ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร ให้กองฟางมีความหนาประมาณ 3-4 นิ้ว หว่านปุ๋ยยูเรีย หรือแอมโมเนียซัลเฟต และโรยฟางสับจนหมดฟางแล้วกองฟางเป็นรูปสามเหลี่ยมสูงประมาณ 1.2-1.5 เมตร

คลุมไว้ด้วยผ้าพลาสติกทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน แล้วกลับกองฟางใส่ปุ๋ยดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟตจนทั่วกอง คลุมด้วยผ้าพลาสติกนาน 3 วัน

กลับกองฟางครั้งที่ 2 พร้อมกับใส่ปุ๋ยขี้วัวคลุมด้วยผ้าพลาสติกทิ้งไว้อีก 3 วัน

กลับกองฟางครั้งที่ 3 พร้อมกับใส่รำละเอียด บรรจุลงถุงเพาะเห็ด

ฟางสับที่นำมาใช้นั้นหากผ่านเครื่องนวดข้าว ซึ่งจะทำให้ฟางมีขนาดเป็นเส้นสั้นๆ สามารถนำมาใช้กับการผลิตก้อนเชื้อเห็ดได้ โดยไม่ต้องนำไปสับ

การผลิตก้อนเชื้อโดยใช้ชี้เลี้ยง

การใช้ชี้เลี้ยงเพาะเห็ดเป่าฮื้อ แม้จะให้ผลผลิตต่ำกว่าฟางหมัก แต่จะประหยัดและมีต้นทุนต่ำกว่า แต่มีข้อสังเกตเกี่ยวกับชี้เลี้ยงที่ใช้กับเชื้อเห็ด ดังนี้

1. สามารถนำชี้เลี้ยงของไม้หลายชนิดมาใช้ แต่มีข้อจำกัดแตกต่างกันไป เช่น ชี้้เลี้ยงไม้เลื้อยควาย ไม้หนุ่ย ไม้จำปา ไม้สัก ไม้ยางแดง ไม้มะกอกป่า ไม้ไทร ไม้โพธิ์ จะให้ผลผลิตไม่สูงหรืออาจไม่ได้ผล สำหรับชี้เลี้ยงไม้ยางพาราจัดเป็นไม้เนื้ออ่อน ภาตุอาหารสามารถย่อยสลายและเห็ดเป่าฮื้อ สามารถนำไปใช้ได้ดีกว่าไม้ในกลุ่มแรก และการใช้ชี้เลี้ยงนั้นไม่จำเป็นต้องผ่านการหมัก
2. เชื้อเห็ดเป่าฮื้อในบางครั้งแม้ว่าจะเจริญมีเส้นใยเต็มถุงแล้ว จะหยุดนิ่งและใช้เวลานานกว่าจะสร้างดอก จึงควรเลือกเชื้อเห็ดที่แข็งแรง ผ่านการคัดเลือกและตรวจสอบความแข็งแรงของเส้นใยแล้ว

การผลิตก้อนเชื้อจากชี้เลี้ยง เริ่มจากนำชี้เลี้ยงผสมกับรำละเอียดในอัตราส่วน 100 ต่อ 5-15 กิโลกรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน ข้อควรระวังในการใช้รำข้าว นั้น คือ หากใช้รำในอัตราส่วนสูง ผลผลิตจะสูงตาม ในขณะที่ความเสียหายเนื่องจากก้อนเชื้อเสียหายจะสูงตามด้วย นอกจากจะใช้รำข้าวแล้ว อาจใช้ข้าวโพดปนแทนรำข้าวบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้ ขึ้นอยู่กับสภาพท้องถิ่นและราคาวัสดุหลังจากบรรจุลงในถุงแล้วจะเป็นขั้นตอนการนึ่งฆ่าเชื้อต่อไป

การต่อเชื้อเห็ดลงถุง

หลังการนึ่งก้อนเชื้อเห็ด หรือก้อนปุ๋ยหมักในถุงแล้ว นำเข้าห้องเย็นเชื้อที่มีลมสงบ หรือเป็นห้องที่ปิดมิดชิด และผ่านการฆ่าเชื้อให้สะอาดเพียงพอ การถ่ายเชื้อจากขวดเมล็ดธัญพืชลงถุงก้อนเชื้อจะต้องปฏิบัติอย่างรวดเร็ว โดยเปิดจุกสำลีสอดหลอดไฟฆ่าเชื้อที่ปากขวด และซ้อนดัก ก่อนที่จะใช้ช้อนตักควรทำให้หัวเชื้อบนเมล็ดธัญพืชให้กระจาย สำหรับถุงก้อนเชื้อควรใช้ไม้ขนาดเล็กยาวประมาณ 8-10 นิ้ว ลงไฟฆ่าเชื้อแทงลงในก้อนเชื้อ ก่อนเติมหรือเทเมล็ดธัญพืชลงไป พร้อมกับจุกสำลีและหุ้มด้วยกระดาษไว้ตามเดิม ขณะดึงจุกสำลีออกไม่ควรวางกับพื้น เพราะทำให้ติดเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นได้ใช้มือ (นิ้วก้อย) จับเอาไว้และไม่ควรใช้มือกำ

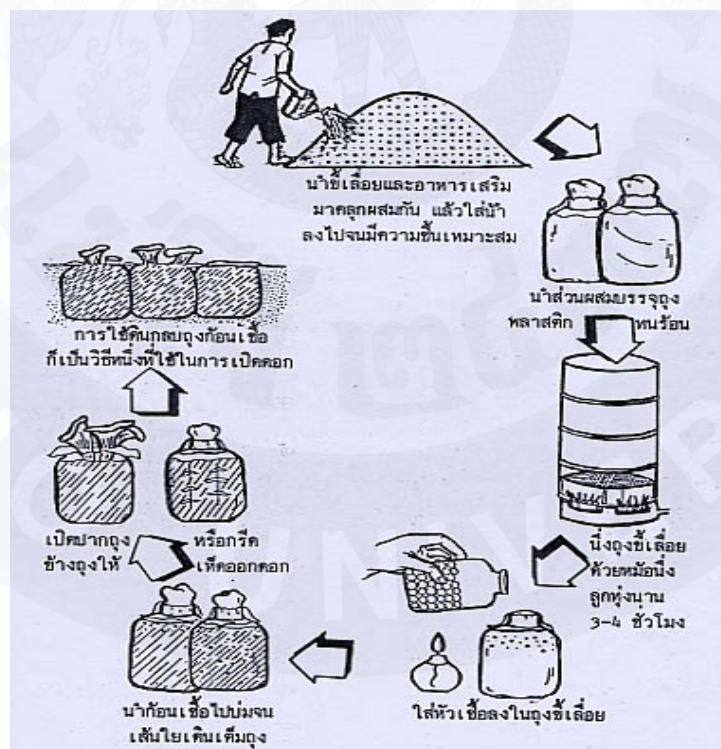
การบ่มก้อนเชื้อเห็ด

นำก้อนเห็ดที่ผ่านการต่อเชื้อไปบ่มในโรงบ่มเชื้อ จะวางเป็นชั้นเดียวในลักษณะตั้ง หรือวางนอนซ้อนกันเป็นชั้นๆ ก็ได้ การบ่มเชื้อจะใช้เวลาประมาณ 30-45 วัน ใช้อุณหภูมิประมาณ 28-32 องศาเซลเซียส ควรฉีดพ่นสารฆ่าแมลงพวกคาร์บาริล เช่น เซฟวิน 85 ที่ก้อนเชื้อเอาไว้ก่อนเพื่อป้องกันแมลงและไร

การทำให้เกิดดอกเห็ด

เลือกถุงที่เริ่มเกิดดอกเล็กออกไปไว้ในโรงเปิดดอกเห็ด โดยเปิดจุกให้เห็ดรุ่นแรกเจริญออกมาทางคอขวด หรือหากต้องการเปิดปากถุงให้กว้างควรใช้วิธีคลุมดิน (casing) กลบผิวหน้าเอาไว้ เพื่อให้มีความชื้นเหมาะสม และอาจใช้วิธีกรีดข้างถุง

การคลุมดิน อาจใช้ดินธรรมชาติผสมกับปุ๋ยขี้วัว หรือหินปูน 1-2 % ของน้ำหนักดินแห้งคลุมดินก้อนเชื้อให้หนาประมาณ 1 เซนติเมตร จะช่วยไม่ให้ก้อนเชื้อแห้งเกินไป และมีความชื้นเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด ก่อนคลุมดินควรเตรียมก้อนเชื้อโดยนำคอขวดออก แล้วพับปากถุงให้สูงจากก้อนเชื้อสูงประมาณ 1 นิ้ว จากดินที่คลุม ให้น้ำพอน้ำขึ้นประมาณ 3-5 วัน หลังคลุมดินจะเกิดตุ่มเห็ดเล็กๆ และเจริญเป็นดอกเห็ดภายใน 3-4 วัน (ภาพที่ 9.12)



ภาพที่ 9.12 ขั้นตอนการเพาะและการทำให้เมล็ดเป่าฮื้อออกดอก
ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

การเก็บดอกเห็ด

ควรเก็บดอกเห็ดที่มีอายุปานกลาง ไม่แก่หรืออ่อนเกินไป ควรเก็บก่อนดอกเห็ดจะปล่อยสปอร์ โดยสังเกตขอบดอกยังโค้งงออยู่ ดอกแก่จะมีขอบดอกโค้งขึ้น ใช้มือจับดอกเห็ดแล้วดึงเบาๆ ดอกเห็ดจะหลุดออกมาแล้วใช้มีดตัดส่วนสกกปรกที่บริเวณโคนเห็ดออก

ก้อนเชื้อเห็ดหนัก 800 กรัม จะให้ดอกเห็ดหนักประมาณ 300-400 กรัม หรือ 35-50% ของน้ำหนักก้อนเชื้อ ใช้ระยะเวลาในการเก็บผลผลิตประมาณ 3-4 ครั้ง ๆ ละประมาณ 100 กรัม

ไม่ควรรวางดอกเห็ดซ้อนกันเป็นจำนวนมาก เพราะเนื้อเยื่อเห็ดจะช้ำได้ ควรมีผ้าขาววางรองบนภาชนะที่ใช้เก็บเพื่อช่วยลดการเสียดสี ภาชนะควรเจาะรู อากาศถ่ายเทได้ เช่น ตะกร้าหรือกระจาด

การเก็บรักษาในถุงพลาสติก ควรเจาะรูไว้ หรือไม่ควรปิดปากถุง เพราะยังมีขบวนการหายใจมีไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ดอกเห็ดเน่าเสียเร็ว ควรเก็บไว้ในที่ร่มหากเก็บในตู้เย็นต้องบรรจุในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้แน่น จะเก็บได้นานประมาณ 7 วัน

ปัญหาในการเพาะเห็ดเป่าสี

1. มีเชื้อจุลินทรีย์เจริญอยู่บนคอขวด หรือด้านบนของถุงก้อนเชื้อ

สาเหตุ ห้องที่ใช้ต่อเชื้อไม่สะอาดพอ หัวเชื้อขาดความบริสุทธิ์

การแก้ไข ปรับปรุงห้องต่อเชื้อให้สะอาดอยู่เสมอ อาจต้องใช้สารเคมีช่วยฆ่าเชื้อโดยฉีดพ่นก่อนการต่อเชื้อ

2. มีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นปะปนส่วนกลาง หรือส่วนล่างของถุง

สาเหตุ ถุงมีรอยรั่ว หรือรูรั่ว เนื่องจากคุณภาพถุงไม่ดี หรือของแถมที่มิดำ หรือมี 0 มด แมลงเจาะ และการนั่งฆ่าเชื้อไม่ดีพอ

การแก้ไข ระมัดระวังให้เกิดรูรั่วในขณะขนย้าย หรือวางก้อนเห็ด กำจัดมดแมลง และเพิ่มเวลาในการนั่งฆ่าเชื้อให้นานมากขึ้นกว่าเดิม

3. เกิดเชื้อราสีเขียวมะกอก

สาเหตุ แมลงเจาะข้างถุง กัดกระดาษที่หุ้มและเจาะลำไส้ลงไป พร้อมนำเชื้อจุลินทรีย์อื่นเข้าไปด้วย เช่น ไรเจาะลำไส้เข้าไปทำรังในก้อนเชื้อ และนำเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปแพร่ระบาดในก้อนเชื้อเห็ด

การแก้ไข ทำความสะอาดโรงเรือน อย่างปล่อยให้แห้งและลมพัดผ่าน งดพ่นสารฆ่าแมลงเซฟวินที่จุกคอขวด และบริเวณพื้นโรงเพาะดอกเห็ด

4. เชื้อเห็ดเดินในก้อนเชื้อเล็กน้อย เดินไม่เต็มก้อนเชื้อ และไม่เดินอีก

สาเหตุ มีปุ๋ยหมักมากเกินไป มีน้ำไหลเยิ้มแสดงว่าเชื้อแบคทีเรียทำให้ก้อนเห็ดเสียหายได้ การนึ่งฆ่าเชื้อไม่ถูกต้อง เพราะหม้อนึ่งลูกทุ่งจะเป็นเพียงการฆ่าและชะล้างการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดเท่านั้น

การแก้ไข หลังการผสมปุ๋ยหมักแล้ว ก่อนบรรจุควรปรับความชื้นให้เหมาะสมหากมีความชื้นสูงเกินไป โดยเกลี่ยปุ๋ยหมักผึ่งลม หรือใช้เวลาหนึ่งให้นานกว่าปกติ เพื่อให้เชื้อแบคทีเรียตายทั้งหมด หรือเหลือน้อยที่สุด หากปุ๋ยหมักไม่ชื้นเกินไปเชื้อเห็ดสามารถเจริญแข่งกับเชื้อแบคทีเรียได้

5. เชื้อเห็ดเจริญเต็มถุง แต่ไม่เกิดดอกเห็ด

สาเหตุ ขาดความเข้าใจใส่ในความสะอาดโรงเรือน แมลงหวี่จะกัดทำลายเส้นใยที่เดินเต็มถุงอยู่นั้น และหัวเชื้อเป็นเชื้ออ่อน ผ่านการต่อเชื้อมาหลายครั้งเชื้อเห็ดจึงไม่แข็งแรง

การแก้ไข ทำความสะอาดโรงเรือน กำจัดแหล่งอาศัยของแมลง โดยนำก้อนเห็ดเก่าฝังหรือจุดไฟเผา และเลือกหัวเชื้อที่แข็งแรง โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดในอาหารวุ้น ไม่ควรใช้วิธีการต่อเชื้อให้บ่อยครั้งเกินไป เพราะจะทำให้เชื้อเห็ดอ่อนแอลงเรื่อยๆ

เห็ดลม หรือ เห็ดกระด้างดำ

เห็ดลมหรือเห็ดกระด้างดำ อยู่ในสกุล *Lentinus* เป็นเห็ดขอนชนิดหนึ่งที่รับประทานได้ เห็ดลมมีจำหน่ายมากในปลายฤดูฝน และต้นฤดูหนาวทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ผู้ขายเก็บมาจากขอนไม้ในป่า เห็ดลมจัดว่าเป็นเห็ดมีเนื้อแข็งและเหนียวคล้ายหนัง ชาวบ้านจะเก็บเห็ดชนิดนี้ร้อยเป็นพวงมาลัย หรือขายปนกับผักที่ใช้ประกอบแกงแค ที่มีชื่อเสียงของภาคเหนือ

ชีววิทยา และสัณฐานวิทยาของเห็ดลม (เห็ดกระด้างดำ)

การจำแนกเห็ดลม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus polychrous* Berk.

ชื่อสามัญ ไม่มี

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Agaricales (Agarics)

Family Pleurotaceae (Tricholomataceae)

Genus *Lentinus*

Specie *Polychrous*

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ดอกเห็ดกระด้างมีลักษณะดอกเห็ดเป็นดอกเดี่ยว มีโคนก้านดอกเล็ก ปลายดอกบานออกเป็นปากแตร หรือรูปกรวย ตรงกลางดอกเห็ดบุ๋มลึกลงไปเป็นรูปกรวย มีสีเทาหรือสีน้ำตาล มีขนละเอียดคล้ายกำมะหยี่ที่บริเวณด้านบนของดอกเห็ด ด้านล่างมีครีบทรงเว้าเป็นรัศมีรอบก้าน และยาวขนานกับก้านดอกลงไปเกือบถึงโคนก้านดอก ดอกเห็ดด้านล่างมีสีหมวกสีน้ำตาลเข้มกว่าด้านบน และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มปนแดง เมื่อดอกเห็ดแก่ขอบของหมวกเห็ดบางกว่าส่วนกลางเพราะครีบทรงเว้าค่อย ๆ เรียวเล็กเชื่อมติดกับขอบหมวก ครีบทรงเว้าแคบบางและไม่ลึกเหมือนเห็ดอื่นๆ ทั่วไป ขอบหมวกจะโค้งงอเล็กน้อย หมวกเห็ดมีความกว้างประมาณ 5-10 เซนติเมตร

ก้านดอกเห็ดสั้นแข็งแรงและเหนียว มีความกว้างประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร ผิวเรียบและมีสีน้ำตาลอ่อน ก้านดอกมักจะอยู่ค่อนข้างด้านใดด้านหนึ่งของกรวย ไม่อยู่

ตรงกลางเลยทีเดียว เนื้อเห็ดค่อนข้างเหนียว เมื่อแก่เนื้อจะเหนียวมากขึ้นทำให้เก็บรักษาได้ง่าย (ภาพที่ 9.13)



ภาพที่ 9.13 รูปร่างลักษณะของเห็ดกระด้าง

ที่มา : อนงค์ (2530)

วิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดกระด้าง

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ได้ประสบความสำเร็จในการศึกษาวิธีการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้ เมื่อปี พ.ศ. 2530 และสามารถอยู่ในระดับที่จะเป็นการค้าได้ ขั้นตอนและวิธีการเพาะคล้ายกับขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกที่เพาะเลี้ยงเห็ดสกุลนางรม ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์
2. การทำหัวเชื้อเห็ด
3. การเพาะเห็ด (ก้อนเชื้อ/เพาะในท่อนไม้)
4. การเปิดดอกและการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ในอาหารร่วน และการผลิตหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่างแล้ว จะเป็นขั้นตอนในการผลิตก้อนเห็ด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเตรียมอาหาร อาจใช้สูตรใดสูตรหนึ่ง ดังนี้

สูตรที่ 1	ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน	100 กิโลกรัม
	รำละเอียด	3 กิโลกรัม
	น้ำตาลทราย	2 กิโลกรัม
	น้ำ	50-60 (%)

ผสมส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดให้เข้ากัน ปรับความชื้นของส่วนผสมให้อยู่ระหว่าง 50-55% นำบรรจุลงในถุงพลาสติกสำหรับเพาะเห็ดที่เป็นถุงร้อน ขนาด 6 x 12 นิ้ว หรือ 7 x 13 นิ้ว มีความหนา 0.10 มิลลิเมตร หรือเป็นขนาดอื่นก็ได้

สูตรที่ 2	ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ	100 กิโลกรัม
	แอมโมเนียมซัลเฟต	1 กิโลกรัม
	ปูนขาว	1 กิโลกรัม

ผสมส่วนผสมทั้ง 3 ส่วน หมักกับน้ำนานประมาณ 2-3 เดือน แล้วนำไปผสมกับรำ 3 กิโลกรัม น้ำตาลทราย 2 กิโลกรัม และปรับความชื้นของส่วนผสมให้ได้ 50 – 55%

นำวัสดุเพาะที่บรรจุในถุงเหล่านี้ไปนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหม้อหนึ่งความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที หรือหนึ่งในหม้อหนึ่งลูกฟูกที่อุณหภูมิ 85-100 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง

เมื่อถุงพลาสติกเย็นน้ำเชื้อเห็ดกระด้างที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่าง บรรจุลง 15-20 เมล็ด (ปลูกเชื้อ) แล้วนำไปบ่มเส้นใยในที่อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ฤกษ์ก่อนเห็ดที่หนัก 800-1,000 กรัม จะใช้เวลาที่เส้นใยเจริญเต็มถุงในเวลา 30-35 วัน โดยเส้นใยเห็ดจะเริ่มเปลี่ยนสี จากสีขาวเป็นสีส้ม หรือสีสนิมเหล็ก และเปลี่ยนเป็นสีดำในที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นระยะที่เห็ดกระด้างพร้อมที่จะเจริญเป็นดอกเห็ด รวมระยะเวลาการเจริญของเส้นใย จนให้ดอกประมาณ 80-90 วัน

การเปิดดอก

ในช่วงเส้นใยเห็ดเปลี่ยนเป็นสีดำ ควรนำถุงเห็ดไปเปิดในโรงเรือนเปิดดอกที่สามารถเก็บความชื้นไว้ได้ มีอุณหภูมิภายในโรงเรือนระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% มีการถ่ายเทอากาศดี การวางถุงเห็ดอาจวางบนชั้นหรือบนพื้นโรงเรือนโดยตรงก็ได้

การเปิดดอกทำโดยถอดจุกสำลีออก พ่นน้ำเป็นฝอยบนถุงก่อนเชื้อและในบริเวณโรงเรือน วันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและเย็น หากอากาศร้อนมากควรเพิ่มการให้น้ำบ่อยครั้งขึ้น หลังการเก็บผลผลิตรุ่นแรกแล้ว 7-10 วัน จะมีการสร้างดอกเห็ดรุ่นต่อไป

การเก็บดอกเห็ด

หลังเกิดดอกเห็ดได้ 2-3 วัน หรือเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดไม่เกิน 6 เซนติเมตร เริ่มเก็บดอกเห็ดได้ ผลผลิตเฉลี่ยต่อถุงจะได้ประมาณ 100-250 กรัม และจะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในเวลา 3-4 เดือน ต้องใช้มีดคมๆ ตัด เพราะโคนก้านดอกเห็ดมีเส้นใยเหนียวมาก

การถนอมและการแปรรูปเห็ด

ใช้วิธีการตากแห้งจนกว่าดอกเห็ดจะแห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน และหากต้องการให้คุณภาพเห็ดแห้งดีขึ้น ควรอบแห้งด้วยตู้อบโดยเริ่มจากอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ก่อนแล้วเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง 60 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 10 ชั่วโมง

ราคาของเห็ดกระด้าง

ราคาจะขึ้นอยู่กับอายุและคุณภาพของเห็ด ดอกเห็ดที่มีอายุ 2-3 วัน หรือมีเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดไม่เกิน 6 เซนติเมตรและออกดอกนอกฤดูกลางจะมีราคาแพงที่สุด ประมาณ 80-100 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนดอกเห็ดแก่จะมีราคาลดต่ำลงไป ราคาเห็ดกระด้างแห่งที่กรุงเทพฯ ในปี พ.ศ.2536 ประมาณ 15 บาทต่อ 100 กรัม หรือ 130 บาทต่อกิโลกรัม

สำหรับต้นทุนการผลิตเห็ดลมจะมีต้นทุนการผลิตเห็ดลมจะมีต้นทุนใกล้เคียงกับการผลิตเห็ดนางฟ้า หรืออาจมีราคาสูงกว่าเล็กน้อย

เห็ดหูหนู

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่รู้จักกันมานานนับศตวรรษแล้ว ชาวจีนเป็นชาติแรกที่อยู่จักเพาะและบริโภคเห็ดหูหนู เนื่องจากถือว่าเป็นยาอายุวัฒนะ หากบริโภคเป็นประจำจะสามารถรักษาโรคคอเจ็บ โลหิตจางและแก้ร้อนในได้ ลักษณะพิเศษของเห็ดหูหนู คือ ไม่ว่าจะนำไปปรุงอาหารชนิดใดก็ยังคงความกรอบ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัว

ตามธรรมชาติมักเกิดขึ้นตามภูมิอากาศเขตร้อนชื้น ได้แก่ สภาพภูมิอากาศของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย ลาว พม่า เวียดนาม จะเกิดขึ้นตามขอนไม้ที่ผุพังและมีหลายชนิด แต่ละชนิดมีขนาด สี สัน รูปร่าง และลักษณะประจำพันธุ์ที่แตกต่างกันไป การเพาะเห็ดหูหนูสมัยก่อน ชาวจีนนิยมใช้ไม้ไผ่ ตัดเป็นท่อนยาวประมาณ 3-10 ฟุต มากองสุ่มกันไว้ เมื่อไม้เริ่มผุในฤดูฝน เห็ดหูหนูจะเกิดขึ้นเอง ส่วนในประเทศไทยใช้ต้นแคะมากองสุ่มกันไว้เพื่อให้เกิดดอกเห็ดชนิดนี้ ปัจจุบันการเพาะเห็ดหูหนูเป็นอาชีพสำคัญของประชากรในหลายประเทศ เพื่อใช้ในการบริโภคภายในประเทศ และจำหน่ายเป็นสินค้าออก เช่น สาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น

คุณค่าทางอาหาร

ในเห็ดหูหนูชนิดหนา มีองค์ประกอบและธาตุอาหาร เป็นดังนี้

ความชื้น	85.70 %	
ไขมัน	0.70 %	
โปรตีน	7.25 %	
กาก	18.70 %	
เถ้า	1.69 %	
คาร์โบไฮเดรต	71.50 %	
พลังงาน	321.50	แคลลอรี่ต่อเห็ด 100 กรัม
แคลเซียม	332.60	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม
เหล็ก	14.30	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม
ฟอสฟอรัส	122.10	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม
วิตามินบี 1	0.008	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม
วิตามินบี 2	1.173	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม
วิตามินซี	0.38	มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม

ในอาซิน

0.43 มิลลิกรัมต่อเห็ด 100 กรัม

ชีววิทยาและสัณฐานวิทยา

การจำแนกเห็ดหูหนู

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Auricularia polytricha* Saac.

ชื่อสามัญ Jew's ear mushroom

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Phragmobasidiomycetidae

Order Tulasnellales (jelly fungus)

Family Auriculariaceae

Genus *Auricularia*Specie *polytricha*

สำหรับชนิดบางจะถูกจัดไว้อีกสกุลหนึ่ง ส่วนเห็ดหูหนูขาว หรือ White jelly fungus มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Tremella fuciformis* Berk. และถูกจัดไว้ในวงศ์ หรือ Family Tremellaceae

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

เห็ดหูหนูชนิดหนาเมื่อนำมาตัดขอบเห็ดออก สามารถลอกออกเป็น 2 ชั้นได้ง่าย ผิวด้านตรงข้ามกับก้าน หรือผิวหน้า มีลักษณะเรียบ ส่วนผิวด้านหลังจะเป็นริ้วและมีขนละเอียด ลักษณะของขนพร้อมทั้งสีของขนจะขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์เห็ด เห็ดหูหนูชนิดหนามีคุณค่าทางอาหารและสรรพคุณทางยาสูงกว่าพันธุ์บาง มีความกรอบมากกว่า ก้านสั้นมากหรือไม่มีเลย ดอกเห็ดจะบานอยู่นานไม่เฉาง่าย มีน้ำหนักดี ดอกเห็ดสด 6-8 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม

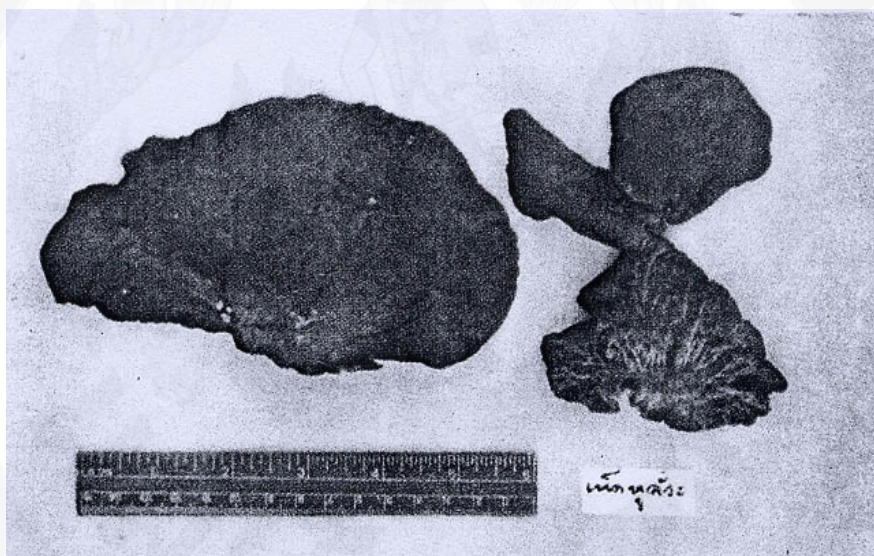
เห็ดหูหนูชนิดบาง เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั่วทุกแห่งของไทย แต่หากเกิดขึ้นในที่สูงมักมีสีค่อนข้างคล้ำ ดอกมีความบางคล้ายเยลลี่ สีน้ำตาลอ่อนหรือสีดำ ผิวเรียบ ไม่มีขนทั้ง 2 ด้าน เนื้อดอกบางชนิดอาจหยาบ บางชนิดดอกใหญ่มาก การออกดอกส่วนมากเป็นดอกเดี่ยว เมื่อแห้งแล้งจะแข็งกรอบและน้ำหนักลดลงมาก ดอกสด 10-13 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม

อนงค์ (2530) กล่าวถึงลักษณะดอกเห็ดหูหนูว่า เป็นแผ่นใสคล้ายแผ่นวุ้น ด้านหนึ่งของดอกเห็ดมีลักษณะมันเป็นเงา มีสีน้ำตาลปนดำ น้ำตาลปนแดง สีน้ำตาลอ่อน หรือสีขาวนวล แล้วแต่ชนิดของดอกเห็ด อีกด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นขนละเอียดอ่อนคล้ายกำมะหยี่ หรือขนหยาบและมีสีอ่อนกว่า บางชนิดมีก้านดอกสั้นๆ ยึดติดกับขอนไม้ตรงกลางดอกหรือค่อนข้างใดข้างหนึ่ง เนื้อเยื่อดอกเห็ดยืดหยุ่นคล้ายวุ้นแต่เหนียวกว่า ด้านบนของเห็ดหูหนูส่วนมากมีรอยจีบหรือหยักเป็นคลื่น เห็ดหูหนูมี

ขนาดและความหนาแตกต่างกัน ขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางวัดได้ยาว 10-15 เซนติเมตร เช่น เห็ดหูช้าง

เห็ดหูหนูมีหลายชนิด แตกต่างกันด้วย 1) การจัดเรียงลำดับเนื้อเยื่อ และ 2) ขนาดความกว้างของแต่ละลำดับชั้นเป็นสำคัญ นอกจากนี้ลักษณะอื่นๆ เช่น สี ขนาด และความหนาบางของดอกเห็ด ถูกนำมาใช้ประกอบการพิจารณาเหมือนกัน ลักษณะเหล่านี้อาจผันแปรไปตามสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง ความชื้น ชนิดของเห็ด ฯลฯ

มีผู้จำแนกเห็ดหูหนูได้ถึง 10 ชนิด แต่ในประเทศไทยมี 6 ชนิด ชนิดที่ใช้รับประทานกันแพร่หลายมี 3 ชนิด คือ เห็ดหูหนูหนา เป็นเห็ดที่เพาะเลี้ยงในไทย แต่นำพันธุ์มาจากต่างประเทศ เห็ดหูหนูบางขึ้นอยู่ตามเปลือกไม้ พืชยืนต้นที่แห้งตายแล้ว อีกชนิดหนึ่งคือ เห็ดหูหนูขาว จำหน่ายในลักษณะเห็ดแห้ง นำเข้าจากต่างประเทศ แต่พบตามขอนไม้ในบ้านเราเช่นกัน (ภาพที่ 9.14)



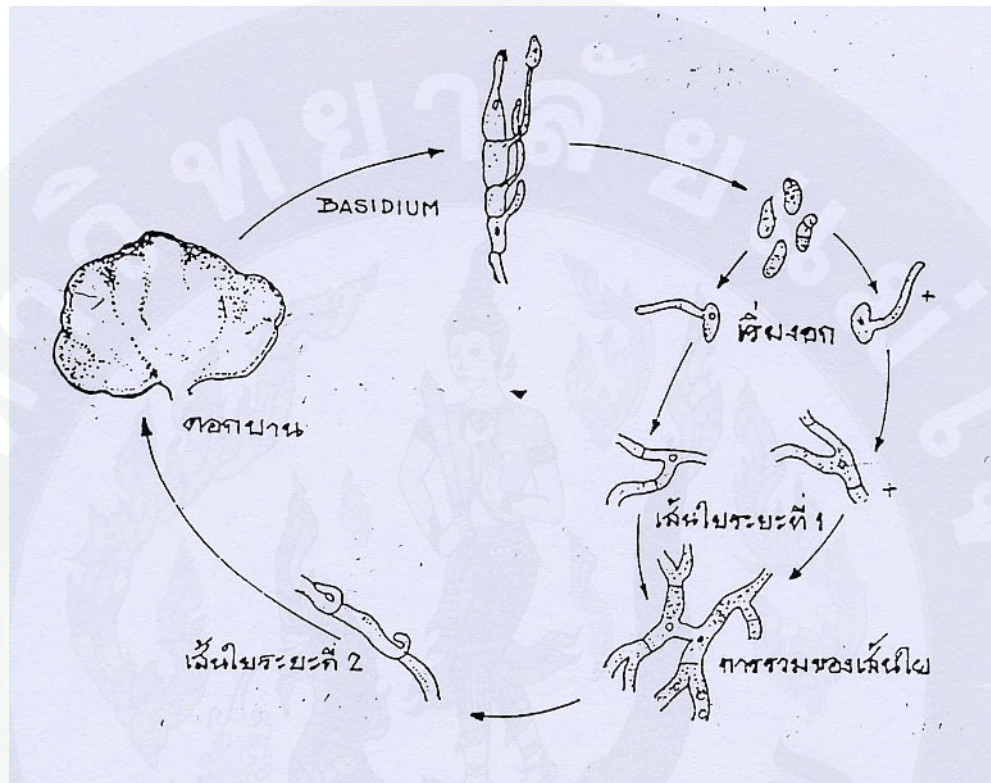
ภาพที่ 9.14 รูปร่างลักษณะเห็ดหูหนู

ที่มา : อนงค์ (2530)

วงจรชีวิตของเห็ดหูหนู

จัดอยู่ในกลุ่ม Heterothellic life cycle มีวงจรชีวิตคล้ายกับเห็ดในกลุ่มนี้ทั่วไป กล่าวคือ เมื่อดอกเห็ดหูหนูเจริญเต็มที่ จะสร้างสปอร์สีขาว เมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สปอร์จะงอกเป็นเส้นใยชั้นที่ 1 (ใน 1 เซลล์ มี 1 นิวเคลียส) เส้นใยจะเจริญอย่างรวดเร็ว แต่จะไม่สามารถพัฒนาหรือรวมตัวเป็นดอกเห็ดได้ ซึ่งจะต่างจากเห็ดฟางหรือเห็ดแชมปิญอง ที่สามารถพัฒนาจากเส้นใยชั้นที่ 1 ไปเป็นดอกเห็ดได้ สำหรับเห็ดหูหนูจำเป็นต้องมีการผสมกันกับเส้นใยที่งอกจากสปอร์อีกอันหนึ่งที่สามารถเข้า

กันได้ (compatible) แล้วจึงเกิดเป็นเส้นใยชั้นที่ 2 (มีนิวเคลียสจำนวน 2 อันอยู่ในเซลล์เดียวกัน แต่แยกกันอยู่) ในระยะนี้จะมีการสร้างปมระหว่างข้อต่อของเส้นใยที่เรียกว่า clamp connection เมื่อมีเส้นใยชั้นที่ 2 มากพอ และสะสมอาหารไว้เพียงพอแล้ว จะพัฒนาเป็นดอกเห็ดต่อไป (ภาพที่ 9.15)



ภาพที่ 9.15 วงจรชีวิตเห็ดหูหนู
ที่มา: อานนท์ (2531)

สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญของเห็ดหูหนู

อุณหภูมิ

สามารถเพาะเห็ดหูหนูให้ออกดอกได้ในช่วงอุณหภูมิ 15-35 องศาเซลเซียส หากอุณหภูมิต่ำ ดอกเห็ดจะหนาผิดปกติและมีขนยาว เจริญเติบโตช้า แต่หากอุณหภูมิค่อนข้างร้อนดอกจะมีขนาดเล็ก และแห้งง่าย เส้นใยเจริญดี อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส

ความชื้น

ต้องการความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงมาก ไม่ควรต่ำกว่า 80% และอาจสูงถึง 95%

อากาศ

หากอากาศถ่ายเทมากเกินไปดอกเห็ดจะแข็งกระด้าง ขนยาว จึงนิยมเพาะเห็ดหนูในโรงเรือนที่ปลูกด้วย ฟาง หรือหญ้าคา มีอากาศถ่ายเทได้พอสมควรก็เพียงพอ

การเพาะเห็ดหนู

ขั้นตอนของการผลิตเห็ดหนู แบ่งได้ดังนี้

1. การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ในอาหารร่วน (PDA)
2. การทำหัวเชื้อเห็ด
3. การเพาะเห็ด (ก้อนเชื้อ / เพาะในท่อนไม้)
4. การเปิดดอกและการเก็บเกี่ยว

การแยกเชื้อและเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์สามารถแยกได้ 2 วิธี คือ การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จากสปอร์ และการแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จากเนื้อเยื่อ การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์จากเนื้อเยื่อเป็นวิธีการนิยมกันมากที่สุด แบ่งขั้นตอนย่อยออกเป็น

1. การเตรียมอาหารร่วน
2. การคัดเลือกดอกเห็ดที่จะนำมาแยกเชื้อ
3. การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด

วิธีการต่างๆ จะคล้ายคลึงกับการเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ทั่วไป จะแตกต่างกันตรงที่การแยกเนื้อเยื่อจากดอกเห็ด ใช้วิธีนำกรรไกรชุบแอลกอฮอล์ขลิบดอกเห็ดโดยรอบ แล้วลอกดอกเห็ดออกเป็น 2 ชั้น ระวังอย่าให้ส่วนภายในที่ลอกออกมาไหม้ สัมผัสกับสิ่งใดทั้งสิ้น ลนเข็มเย็บปล่อยทิ้งไว้ 15-20 นาที ใช้มุ้งของเข็มเย็บชุดเอาเนื้อเยื่อส่วนในที่ลอกออกมาใหม่มาเล็กน้อย จากนั้นเปลี่ยนมือจากดอกเห็ดมาเป็นขวดอาหารร่วนแทน พยายามให้ก้นขวดอยู่ในอุ้งมือ ใช้นิ้วก้อยของมือที่จับเข็มเย็บจับจุลกลำลีหมุนแล้วดึงออก ขณะจับจุลกลำลีให้คนไฟบริเวณคอขวดตลอดเวลา สอดเนื้อเยื่อเข้าไปวางไว้จุดใดจุดหนึ่งบนอาหารร่วน แล้วปิดจุลกลำลีทันที

หลังจากแยกเนื้อเยื่อลงในอาหารร่วนแล้ว นำไปบ่มในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิระหว่าง 22-26 องศาเซลเซียส และเป็นห้องมืด ประมาณ 2-3 วัน จะเริ่มมีเส้นใยสีขาวฟูออกมาจากเนื้อเยื่อที่ตัดวางไว้อีก 6-8 วันต่อมา เขี่ยตัดเอาส่วนปลายของเส้นใยเห็ดในอาหารร่วนไปใส่ในอาหารร่วนขวดใหม่ ระวังอย่าจรวจสอบการแพร่ระบาดของตัวไรทำลายเส้นใย

ในการแยกเชื้อครั้งต่อไปไม่จำเป็นต้องแยกออกจากดอกเห็ดอีก แต่จะตัดเอาเส้นใยพร้อมทั้งอาหารวุ้นภายในขวดประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร ใส่ลงในอาหารวุ้นขวดใหม่เลย ในการถ่ายเชื้อไม่ควรเกิน 4 ครั้ง นับตั้งแต่เริ่มแยกจากดอก เพราะเชื้อเห็ดหนูเห็ดมดง่ายกว่าเห็ดฟาง การเสื่อมของเชื้อคือระยะเวลาที่จะออกดอกและช่วงของการให้ดอกจะช้าลง พร้อมทั้งให้ผลผลิตลดลง ที่เป็นเช่นนี้เพราะเห็ดหนูเห็ดมดเป็นเห็ดที่มีน้ำย่อยที่สามารถย่อยลิกนินและเซลลูโลสได้ ในอาหารวุ้นไม่มีทั้งลิกนินและเซลลูโลส ทำให้น้ำย่อยที่มีอยู่ในเส้นใยเสื่อมลงไปเรื่อย ๆ ดังนั้น ถ้านำไปเลี้ยงในซีลีเยอใหม่ เส้นใยเห็ดต้องเสียเวลาปรับตัวพร้อมทั้งสร้างน้ำย่อยใหม่อีก จึงทำให้การออกดอกช้าลงพร้อมทั้งให้ผลผลิตลดลงได้

การทำหัวเชื้อเห็ด

การตัดเชื้อเห็ดในอาหารวุ้นลงในวัสดุเพาะโดยตรง พบว่ามีข้อเสียหลายประการ เช่น เส้นใยเห็ดเจริญช้าเพราะจะใช้อาหารในอาหารวุ้นจนหมดก่อน จึงจะเจริญต่อในวัสดุเพาะ อาหารวุ้นจะเป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์อื่น จึงต้องทำลายเชื้อจุลินทรีย์อื่น ๆ ให้หมดไปก่อนซึ่งต้องเสียเวลาและต้องระมัดระวังในเรื่องของการทำความสะอาดสถานที่เชื้อเชื้อ การทำหัวเชื้อเห็ดสามารถทำได้จากวัสดุที่จะทำเส้นใยจากวุ้นเจริญได้อย่างต่อเนื่อง นั่นคือการทำหัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืชและการทำหัวเชื้อจากซีลีเยอผสมปุ๋ย

หัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืช + ซีลีเยอ 20% โดยใช้เมล็ดข้าวฟ่าง หรือข้าวโพด มีวิธีการแตกต่างไปจากการทำหัวเชื้อเห็ดชนิดอื่น โดยล้างทำความสะอาดในน้ำไหล แขน้ำไว้ 1 คืน นำไปต้มในน้ำเดือด 8-10 นาที ผึ่งให้หมาด ผสมเข้ากับซีลีเยอที่มีความชื้นประมาณ 60% ในอัตรา 20% ของหัวเชื้อ จากนั้นผสมหินปูนในอัตรา 0.2% รอให้ส่วนผสมเย็น นำบรรจุในขวด อุดจุกสำลี หุ้มด้วยกระดาษรัดยางอีกชั้นหนึ่ง นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ

หัวเชื้อจากซีลีเยอผสมอาหารเสริม นิยมกันมากในการเพาะเห็ดหนูแบบอุตสาหกรรม เพราะมีโอกาสที่เส้นใยเสียหายน้อยกว่าเมล็ดธัญพืช ซีลีเยอที่ใช้ควรเลือกซีลีเยอที่ไม่มียางเป็นพิษต่อเห็ด ซีลีเยอไม้เนื้ออ่อน คือ ซีลีเยอไม้ยางพารา ก้ามปู จั้ว นุ่น และมะม่วง เป็นต้น หากเป็นซีลีเยอไม้เนื้อแข็งควรผ่านการหมัก

สูตรที่นิยมใช้มีส่วนประกอบ ดังนี้

ซีลีเยอ	100	ส่วนโดยปริมาตร (100 กิโลกรัม)
รำละเอียด	7-10	ส่วนโดยปริมาตร
กากถั่วป่น	1	ส่วนโดยปริมาตร
ข้าวโพดป่น	2-3	ส่วนโดยปริมาตร

ปูนขาวละลายน้ำ	0.5-1 ส่วนโดยปริมาตร
ความชื้น	70-80 % โดยน้ำหนัก (70-80 ลิตร)

สูตรอาหารที่แนะนำให้ใช้โดยทั่วไป ประกอบด้วย

ขี้เลื่อย	100	กิโลกรัม
รำละเอียด	3-5	กิโลกรัม
ข้าวโพดป่น	3-5	กิโลกรัม
แป้งข้าวสาลี หรือน้ำตาลทราย	1-2	กิโลกรัม
หินปูน	0.5-1	กิโลกรัม (ไม่ใส่ก็ได้)
น้ำ	70-80	ลิตร

หากเป็นหัวเชื้อเพื่อเปิดดอกในถุง ให้ใส่ดีเกลืออีก 0.2 กิโลกรัม และหากเป็นหัวเชื้อที่จะนำไปเพาะในท่อนไม้ ไม่ควรเพิ่มธาตุอาหารลงไปมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งควรงดดีเกลือ เพราะจะทำให้เส้นใยเหี่ยวรวมตัวกันเป็นดอกก่อนที่จะเจริญเข้าไปในเนื้อไม้

ผสมส่วนผสมเหล่านี้ให้เข้ากัน นำบรรจุลงในถุงพลาสติกแล้วนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นจะเป็นการเชื้อต่อเชื้อเห็ดลงในถุง

1. อาจใช้วิธีเชื้อเนื้อเยื่อลงในถุงหัวเชื้อ โดยใช้เข็มเชื้อที่ฆ่าเชื้อด้วยเปลวไฟก่อน เมื่อเข็มเชื้อเย็นใช้ตัดเส้นใยเห็ดในอาหารวุ้น นำลงในถุงหัวเชื้อ

2. ใช้วิธีต่อเชื้อ คือ บรรจุขี้เลื่อยผสมอาหารใส่ในขวดที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เชื้อเห็ดเห็ดจากอาหารวุ้นลงไป นำไปบ่มไว้จนเส้นใยเจริญเต็มขี้เลื่อย

เส้นใยเห็ดจะเดินเต็มภายใน 30-45 วัน จึงใช้เป็นหัวเชื้อต่อลงในขวดหรือถุงหัวเชื้อ โดยใช้ช้อนตักต่อซึ่งจะง่ายและสะดวกกว่าการตัดเชื้อจากอาหารวุ้น มีโอกาสเสียจากเชื้อปนเปื้อนน้อย แต่หัวเชื้อที่ได้จากวิธีการนี้ไม่ควรใช้เป็นหัวเชื้อตักต่อในครั้งต่อไป เพราะเชื้อเห็ดจะเสื่อมได้

หลังการเชื้อเชื้อแล้ว นำไปบ่มในห้องมืดและควบคุมอุณหภูมิได้เช่นเดียวกับการบ่มเชื้อในอาหารวุ้น นาน 12-18 วัน เส้นใยเห็ดจะเจริญเต็มพร้อมจะนำไปใช้ได้ ไม่ควรเก็บหัวเชื้อไว้นานเกิน 15 วัน เพราะเส้นใยจะแก่ หากจำเป็นควรเก็บไว้ในที่อุณหภูมิระหว่าง 20-25 องศาเซลเซียส จะทำให้เส้นใยแก่และเสื่อมช้าลง

หัวเชื้อจากเมล็ดธัญพืช 1 ขวด ใช้ตัดต่อได้ 40-50 ถุง ส่วนหัวเชื้อขี้เลื่อยผสมปุ๋ย 1 กิโลกรัม ใช้ตัดต่อได้ 150-200 ถุง

การเพาะเห็ดลงในวัสดุเพาะและการทำให้ออกดอก

การเพาะเห็ดหนูสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ การเพาะเห็ดหนูในถุงพลาสติกกับการเพาะเห็ดหนูบนท่อนไม้ ทั้งนี้พบว่า การเพาะเห็ดหนูในถุงพลาสติกจะให้ผลผลิตสูงและคุณภาพดีกว่าไม้ ทั้ง 2 วิธี จะต้องเตรียมวัสดุเพาะก่อน

อาวนท์ (2531) กล่าวถึง วัสดุเพาะที่นิยมใช้จะประกอบด้วย ขี้เลื่อย ต้นข้าวโพด ชังข้าวโพด และฟาง ขี้เลื่อยจัดเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก ใช้สะดวก ขี้เลื่อยที่ดี คือ ขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน ไม่มียางที่เป็นพิษต่อการเจริญของเส้นใยเห็ด เช่น ขี้เลื่อยไม้ยางพารา มะม่วง จั้ว มะกอก ฯลฯ หรืออาจใช้ขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งก็ได้

การนำขี้เลื่อยมาใช้นั้น สำหรับไม้เนื้ออ่อน อาจนำขี้เลื่อยใหม่มาใช้ได้เลย แต่ก็จะได้ผลเฉพาะบางฤดูเท่านั้น ทั้งนี้เพราะขี้เลื่อยใหม่มักจะมีอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการอยู่มาก จึงทำให้มีโอกาสเสียสูง นอกจากนี้ในขี้เลื่อยยังมีอัตราส่วนคาร์บอนกับไนโตรเจนอยู่ในช่วงกว้างมาก กล่าวคือ ขี้เลื่อยใหม่มีลิกนินและเซลลูโลสสูง ส่วนน้ำตาลที่เห็ดนำไปใช้ได้ยังมีน้อย ทั้งยังมีไนโตรเจนอยู่ค่อนข้างต่ำและส่วนมากอยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ไม่ได้ หากนำมาเพาะเห็ดจะเห็นว่าเส้นใยเดินบาง ทำให้ผลผลิตต่ำ ระยะให้ดอกเห็ดนานทำให้เสียเวลา จากการทดลองพบว่า หากนำขี้เลื่อยที่จะเพาะเห็ดนั้นมาหมักให้จุลินทรีย์ช่วยย่อยและเปลี่ยนอาหารให้อยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ได้ นอกจากนั้น หากเพิ่มอาหารที่ขาดแคลนเข้าไปในสภาพที่เหมาะสมแล้ว ไม่ว่าจะเป็นเห็ดชนิดใดก็ตามที่เพาะได้ในขี้เลื่อย จะให้ผลผลิตที่สูง

การหมักขี้เลื่อย ขี้เลื่อยเป็นวัสดุที่ย่อยยากสลายตัวช้า ดังนั้นวิธีการหมักจึงต่างจากฟาง หรือวัสดุที่ย่อยง่าย สลายตัวเร็วโดยทั่วไป

วิธีหมัก

นำขี้เลื่อยมากองไว้ รดน้ำให้เปียกพอสมควร จากนั้นใส่ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมซัลเฟต ประมาณ 0.5-1.5 % ของขี้เลื่อยแห้ง หรือใช้มูลสัตว์ เช่น มูลไก่ มูลเป็ด มูลวัว มูลควาย หรือมูลม้า ประมาณ 3-5 % ของขี้เลื่อยแห้งโดยน้ำหนัก ยิปซัมร้อยละ 1 ของขี้เลื่อยแห้ง แล้วหมักเป็นกองไว้ (ถ้าหมักกลางแจ้งแดดความร้อนจากดวงอาทิตย์จะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น) กองหมักควรทำให้อายุสูงเพราะจะทำให้เกิดความร้อนช่วยกระตุ้นให้จุลินทรีย์ทำงานเร็วยิ่งขึ้น หมักทิ้งไว้ประมาณ 13-15 วัน จึงกลับกองเอาส่วนที่อยู่ข้างนอกกลับเข้าไว้ข้างใน และเอาส่วนที่อยู่ข้างในออกมาข้างนอก ในระยะนี้ถ้าเป็นขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน ควรเติมหินปูนเพิ่มเข้าไปอีกประมาณ 0.5-1% และดีเกลือประมาณ 0.1-0.2% ของขี้เลื่อยแห้ง เพื่อเร่งปฏิกิริยาให้เกิดเร็วยิ่งขึ้น พร้อมทั้งใส่ก๊าซแอมโมเนียที่เหลืออยู่ให้ออกไป แต่หากเป็นขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งเพียงแต่เติมปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตอีกประมาณ 0.5-1.0% ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้งเพียงอย่าง

เดียวก็พอ หมักต่อไปอีกประมาณ 12-15 วัน สำหรับไม้เนื้ออ่อนสามารถนำไปใช้ได้เลย ส่วนขี้เลื่อยไม้เนื้อแข็งให้หมักต่อไปอีกประมาณ 1-2 เดือน โดยกลับกองทุกๆ 15 วัน และหากจะนำมาใช้ควรเติมดีเกลือกับหินปูน แล้วหมักต่อเช่นเดียวกับขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อนทุกประการ

การทำการ่อนเชื้อมักนิยมเติมธาตุอาหารสำเร็จรูปที่เห็ดสามารถนำไปใช้ได้โดยตรงลงในขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน เพื่อให้เส้นใยเห็ดเดินเร็วและผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น อาหารที่ใช้เติมในขี้เลื่อย ได้แก่

รำละเอียด

เป็นอาหารที่นิยมใช้เติมกันมากที่สุด เพราะรำละเอียดอุดมไปด้วยโปรตีนและวิตามินบีที่เห็ดต้องการสูงมาก แต่เนื่องจากรำมีคุณค่าอาหารสูงจึงเป็นที่ต้องการของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ดังนั้นหากเติมรำมากเกินไปโอกาสเสียเนื่องจากราจึงมีอยู่สูง ควรใช้ในอัตราส่วนโดยทั่วไป คือ ประมาณ 5-12 ส่วนโดยปริมาตร หรือถ้าหากเสียมากให้ลดจำนวนรำลงหรือเพิ่มหินปูนให้สูงขึ้นก็จะสามารถแก้ปัญหาได้

ใบกระถินปน

เป็นอาหารเสริมที่มีโปรตีนสูง สามารถใช้แทนรำละเอียดได้ แต่ไม่ควรใช้มากเกินไปเพราะดอกเห็ดจะแข็งกระด้าง สีส้มสวย ถ้าหากจะเติมใบกระถินแทนรำ ควรเติมปูนขาวและกากเหล้าด้วยเพื่อเพิ่มวิตามินบี อัตราส่วนที่ใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 2-3 โดยปริมาตร

กากถั่วปน

เป็นวัสดุที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันถั่ว กากถั่วปนจะถูกสกัดเอาน้ำมันออกหมดเหลือเฉพาะโปรตีนและอาหารอื่นที่เห็ดสามารถนำไปใช้ได้ แต่กากถั่วปนก็มีอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการมาก ดังนั้นหากเติมกากถั่วปนควรเติมในอัตราส่วนที่ต่ำ ส่วนมากนิยมเติมกากถั่วปนในเชื้อเห็ดที่ออกในฤดูหนาว เช่น เห็ดเป่าฮือญี่ปุ่น เห็ดนางรมทอง เห็ดเข็มทอง เป็นต้น อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 1-3 ส่วนโดยปริมาตร

ข้าวโพดปน ชังข้าวโพดปน หรือต้นข้าวโพดปน

ทุกส่วนของต้นข้าวโพดไม่ว่าจะเป็น ใบ กาบ ผัก เมล็ด มีคุณค่าทางอาหารสำหรับเห็ดอยู่สูงมาก เช่น พวกลำไย น้ำตาล ไขมัน เกลือแร่พวก gluten, dextrin, glucose, cellulose, silica, calcium และ magnesium phosphate เกลือของ sodium และ potassium มีสารเร่งให้เส้นใยเห็ดย่อยอาหารได้เร็วยิ่งขึ้น ดังนั้นในการเติมส่วนของข้าวโพดลงในขี้เลื่อยจึงไม่จำเป็นต้องใช้เมล็ดข้าวโพดปน กล่าวคือ ใช้ชังหรือต้นข้าวโพดแทนได้ แต่ในฤดูที่มีเชื้อราสีเขียวและสีส้มระบาดไม่ควรจะใช้ เพราะส่วนของต้นข้าวโพดจะทำให้เกิดราดังกล่าว และจะระบาดอย่างรวดเร็ว อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 3-5% โดยปริมาตร

กากเหล้า

เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตแอลกอฮอล์ในส่วนที่เหลือ เมื่อนำมาตากแห้งและบดให้ละเอียดจะมีโปรตีนและวิตามินบีสูง ใช้เสริมเข้าไปในซีลี้อย่างเล็กน้อยจะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้น อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 0.5-2% โดยปริมาตร

ปุ๋ยยูเรีย

บางแห่งเรียกปุ๋ยเย็น ลักษณะเป็นเม็ดสีขาวคล้ายน้ำตาลทราย เมื่อเอาใส่ถุงมือแล้วหยดน้ำใส่จะเย็นรากับจับน้ำแข็ง ปุ๋ยยูเรียเป็นอาหารรูดอนินทรีย์สาร แต่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับกรดอะมิโน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีน ดังนั้นปุ๋ยยูเรียจำนวนเล็กน้อย เติบสามารถนำไปใช้ได้ มีบางแห่งนำเอาปุ๋ยยูเรียผสมน้ำขायเป็นปุ๋ยหรือฮอร์โมนรดให้เห็ดได้ อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 0.1-0.2% โดยปริมาตร

ปูนขาว

ปูนขาว คือ หินปูนที่ถูกเผาไล่เอาคาร์บอนไดออกไซด์ออก มีฤทธิ์เป็นด่างจัด ในกรณีที่ใช้ซีลี้อย่างมีฤทธิ์เป็นด่างอยู่แล้วไม่ควรใช้ปูนขาว ให้ใช้ปูนชนิดอื่นแทน โดยถือหลักดังนี้

ถ้าซีลี้อยู่มีฤทธิ์เป็นกรด ให้ใช้ปูนขาวใส่จนมีฤทธิ์เป็นกลาง

ถ้าซีลี้อยู่มีฤทธิ์เป็นด่าง ให้ใช้ปูนยิปซัมใส่จนมีฤทธิ์เป็นกลาง

ถ้าซีลี้อยู่มีฤทธิ์เป็นกลาง ให้ใช้หินปูนหรือหินปูนผสมยิปซัมก็ได้ หรือจะใช้หลักที่ว่าจะใช้ปูนอะไรก็ได้ที่ใส่ลงไปแล้วทำให้ซีลี้อยู่มีฤทธิ์เป็นกลาง และอัตราส่วนที่ใช้ควรใช้ประมาณ 0.5-2.0% โดยน้ำหนัก

การเติมปูนนอกจากจะมีประโยชน์ทำให้ซีลี้อยู่มีฤทธิ์เป็นกลาง ทำให้การดูดซึมธาตุอาหารอย่างอื่นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ปูนยังให้ธาตุแคลเซียมแก่เห็ดอีกด้วย ประโยชน์ของธาตุแคลเซียม คือ

1. ซีลี้อยู่เป็นกลางทำให้การดูดซึมและสร้างโปรตีนให้เห็ดดีขึ้น
2. ไลโนโตรเจนในรูปที่เห็ดใช้ไม่ได้ให้ระเหยออกได้
3. เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซลล์ ทำให้เห็ดแข็งแรงน้ำหนักดี
4. ควบคุมไม่ให้ปุ๋ยระยะหลังมีสภาพเป็นกรดหรือด่างเกินไป ทำให้ปุ๋ยสลายตัวช้าลง
5. ทำให้สารที่เป็นพิษต่อเห็ด เช่น สารปรอท หรือสารประกอบทองแดงอยู่ในภาวะสะเทินไม่เป็นพิษ

พิษ

6. ทำให้ซีลี้อยู่ไม่จับกันเป็นก้อน ง่ายต่อการขนใส่เข้าไปของเส้นใยเห็ด
7. ทำให้สายพันธุ์เห็ดแข็งแรงตลอดเวลา

ดีเกลือ

มีลักษณะเป็นเกล็ดสีขาวคล้ายน้ำตาล ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการย่อยอาหารของเส้นใยเห็ด เพื่อให้ดอกเห็ดงอกเร็วยิ่งขึ้น อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 0.1-0.2% โดยปริมาตร

ปุ๋ยฟอสเฟต

เห็ดหูหนูเป็นเห็ดที่ต้องการธาตุฟอสฟอรัสสูงมาก ซึ่งในซีลีเยอมีไม่เพียงพอ ดังนั้น หากต้องการให้ผลผลิตสูงควรเติมปุ๋ยชนิดนี้เข้าไปบ้าง ปุ๋ยฟอสเฟตที่เติมควรเติมในรูปของหินฟอสเฟต หรือปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ไม่ควรเติมปุ๋ยดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต หรือทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต เพราะจะทำให้ดอกเห็ดชูดรากๆ แข็งกระด้าง ดอกหนา ขนยาว เนื่องจากปุ๋ยทั้งสองนี้ เห็ดสามารถดูดเอาไปใช้ง่ายเกินไป อัตราส่วนที่ใช้ประมาณ 0.5-1.0 ส่วนโดยปริมาตร

นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุอาหารต่างๆ อีกมากมายที่มีอยู่แล้วในซีลีเยอและอาหารเสริมแต่ถ้าหากเติมลงไปอีกเพียงเล็กน้อยก็จะทำให้เชื้อเห็ดเจริญเร็วขึ้น ทั้งยังให้ผลผลิตสูงขึ้นอีกด้วย

ในการเติมอาหารเสริมลงไปนั้น ไม่จำเป็นต้องเติมให้ครบทุกอย่าง เพราะซีลีเยอหมักอย่างเดียวก็น่าจะสามารถเพาะเห็ดหูหนูได้ เพียงแต่ถ้าเติมอาหารเสริมเข้าไปก็จะทำให้เชื้อเห็ดเจริญเร็วและผลผลิตสูงขึ้น สูตรอาหารที่นิยม ดังนี้คือ

การใช้ซีลีเยอ

สูตรที่ 1	ซีลีเยอหมักหรือซีลีเยอไม่เนื่ออ่อน	100	กิโลกรัม ส่วนโดยปริมาตร
	รำละเอียด	10-12	กิโลกรัม
	ข้าวโพดหรือซังข้าวโพดป่น	3-5	กิโลกรัม
	ถั่วป่น	1	กิโลกรัม
	ยิปซัมผสมหินปูน	0.5	กิโลกรัม ผสมน้ำ (ควรวัดความเป็นกรด-ด่างก่อน)
	ดีเกลือ	0.1	กิโลกรัม
	ความชื้นภายในปุ๋ย	70-75%	โดยน้ำหนัก
(หมายความว่า ถ้าใช้ซีลีเยอแห้ง 100 กิโลกรัมให้เติมน้ำ 70-75 กิโลกรัม)			
สูตรที่ 2	ซีลีเยอหมักหรือซีลีเยอไม่เนื่ออ่อน	100	กิโลกรัม
	รำละเอียด	5	กิโลกรัม
	ใบกระถินป่น	1	กิโลกรัม
	ยิปซัมผสมหินปูน	1	กิโลกรัม
	(อัตราผสมยิปซัม : หินปูน = 1 : 1 โดยน้ำหนัก)		
	ดีเกลือ	0.1	กิโลกรัม
	ความชื้นภายในปุ๋ย	70-75%	โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 3	ขี้เลื่อยหมักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน	100 กิโลกรัม
	รำละเอียด	5 กิโลกรัม
	ข้าวโพดหรือซังข้าวโพดป่น	3 กิโลกรัม
	แป้งข้าวเหนียวหรือน้ำตาลทราย	2 กิโลกรัม
	ยิปซัมผสมหินปูน	1 กิโลกรัม
	ความชื้นในปุ๋ย	70-75% โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 4	ขี้เลื่อยหมักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน	100 กิโลกรัม
	กากเหล้า	2 กิโลกรัม
	ใบกระถินป่น	2 กิโลกรัม
	ข้าวโพดหรือซังข้าวโพดป่น	2 กิโลกรัม
	ยิปซัมผสมหินปูน	1 กิโลกรัม
	ความชื้น	70-75% โดยน้ำหนัก
	(อาจเติมดีเกลือ 0.1 กิโลกรัม)	

สูตรที่ 5	ขี้เลื่อยหมักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน	100 กิโลกรัม
	ยูเรีย	0.5 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.1 กิโลกรัม
	ยิปซัมผสมหินปูน หินฟอสเฟต หรือซูเปอร์ฟอสเฟต	1 กิโลกรัม
	ความชื้น	70-75% โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 6	เป็นสูตรที่นิยมทำกันมากในประเทศญี่ปุ่น	
	ขี้เลื่อยหมักหรือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน	100 กิโลกรัม
	รำละเอียด	5 กิโลกรัม
	ข้าวโพดหรือซังข้าวโพดป่น	2 กิโลกรัม
	กากเหล้า	1 กิโลกรัม
	หินฟอสเฟตหรือซูเปอร์ฟอสเฟต	1 กิโลกรัม
	ปูนยิปซัมผสมหินปูน	2 กิโลกรัม
	ยูเรีย	0.1 กิโลกรัม
	ความชื้นประมาณ	70-75% โดยน้ำหนัก

การใช้ฟางหมัก

ฟางเป็นวัสดุที่หาง่ายที่สุด ใช้เพาะเห็ดได้แทบทุกชนิด และคุณภาพของเห็ดที่เกิดจากฟางนั้นจะมีกลิ่น รสชาติดีกว่าการใช้วัสดุอย่างอื่น การใช้ฟางเพาะเห็ดมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดีในการใช้ฟางเพาะเห็ดหนู

1. เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย
2. ใช้เวลาในการหมักน้อย และใช้อาหารเสริมน้อยชนิด
3. เชื้อเห็ดเจริญเร็วมาก
4. ให้ผลผลิตเร็วและระยะห่างของการให้ผลผลิตช่วงต่อไปเร็วมาก
5. ดอกเห็ดบาง ชนิด สีสดสวย เหมือนของจีนที่ผ่านการย้อมสีแล้ว
6. ไม่มีกลิ่นเหม็นของไม้และเนื้อเห็ดไม่กระด้าง
7. ให้ผลผลิตสูง

ข้อเสียในการใช้ฟางเพาะเห็ดหนู

1. ต้องสับฟางให้สั้นประมาณ 2-3 นิ้ว ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนขึ้นอีก
2. ไม่สามารถใช้เครื่องบรรจุถุงได้สะดวกเหมือนขี้เลื่อย
3. มีกลิ่นหอม ทำให้ไรโซปลาสมาได้ง่าย

ฟางที่ใช้เพาะเห็ดหนูจะต้องเป็นฟางแห้งไม่เน่า หรือไม่ถูกฝน และก่อนที่จะเอามาเพาะจะต้องหมักฟางให้นิ่มเสียก่อน ฟางหมักกับน้ำที่เติมปูนขาวเพียงอย่างเดียว สามารถเพาะเห็ดหนูได้เป็นอย่างดี ส่วนการหมักฟางนั้นไม่เหมือนการหมักแบบใช้เพาะเห็ดเป๋าฮื้อ กล่าวคือ การหมักเห็ดหนูควรรักษาอาหารพวกน้ำตาลหรือเซลลูโลสไว้มากๆ ดังนั้นในการหมักฟางจึงมักเติมปูนขาวในวันแรก เพราะปูนขาวจะทำให้ฟางมีสภาพเป็นด่างที่แบคทีเรียชอบ แบคทีเรียจะช่วยย่อยอาหารบางอย่างที่เห็ดนำไปใช้ได้ยากให้อยู่ในรูปที่นำไปใช้ได้ง่าย ส่วนเชื้อราไม่จำเป็นมากนัก เพียงแต่มีบางส่วนพอช่วยย่อยให้ฟางนิ่มตัวลงก็พอแล้ว

วิธีหมักฟาง

นำฟางสับที่ตากแห้งแล้วชุบน้ำ รับประทานน้ำใส่อาหารเสริมที่เตรียมไว้ พร้อมกับปูนขาวคลุกให้เข้ากันทำเป็นกองสูงประมาณ 1-1.2 เมตร หรือจะอัดลงในไม้แบบสี่เหลี่ยมที่สูงประมาณ 1 เมตร ก็ได้ รอบๆ กองควรคลุมด้วยผ้าพลาสติกเพื่อทำให้เกิดความร้อน หากเป็นฤดูหนาวหมักทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน และฤดูร้อนหมักไว้ประมาณ 2 วัน เมื่อหมักครบเวลาแล้วกลับกอง หมักต่อในลักษณะเป็นกองรูปสามเหลี่ยมอีกประมาณ 2-3 วัน (ตามฤดูกาล) จึงกลับกองอีกครั้งพร้อมกับเติมดีเกลือจากนั้นหมักต่ออีกประมาณ 1-2 วัน ก็สามารถนำไปใช้ได้

การเติมอาหารลงไปในฟางนั้น ควรลดอาหารที่มีธาตุไนโตรเจนลง โดยเพิ่มฟอสฟอรัสเข้าไปแทน ในที่นี้จะขอลำถึงสูตรอาหารที่นิยมทำกัน ดังนี้

สูตรที่ 1	ฟางสับแห้ง	100 กิโลกรัม
	ปุ๋ยนาสูตร 16-20-0	1 กิโลกรัม
	ปูนขาว	1 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.1 กิโลกรัม
สูตรที่ 2	ฟางสับแห้ง	100 กิโลกรัม
	มูลม้า วัว ควาย หรือไก่	5 กิโลกรัม
	หินฟอสเฟตหรือซูเปอร์ฟอสเฟต	1-2 กิโลกรัม
	(ถ้าเป็นปลายฟางให้ใส่ 2 กิโลกรัม)	
	ปูนขาว	1 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.1 กิโลกรัม
สูตรที่ 3	ฟางสับแห้ง	100 กิโลกรัม
	ปูนขาว	1 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.1 กิโลกรัม
	ปุ๋ยยูเรีย 46% N หรือแอมโมเนียมซัลเฟต 21%N	1 กิโลกรัม

สำหรับสูตรนี้เมื่อหมักเสร็จแล้ว ก่อนนำไปใช้ให้ผสมรำละเอียดและข้าวโพดป่นอย่างละ 3 กิโลกรัมก่อน

ลักษณะของฟางหมักที่ดี

1. มีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นเห็ด
2. ฟางจะนิ่มเพราะจุลินทรีย์ช่วยย่อย
3. ความชื้นประมาณ 65-70% สังเกตจากเมื่อบิดฟางดูจะเห็นน้ำซึมออกมาเล็กน้อย
4. สีออกส้มแกมเหลือง
5. ร่วนซุยไม่จับกันเป็นก้อน

วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดหูหนูนั้น นอกจากขี้เลื่อยและฟางแล้ว ยังสามารถใช้ต้นข้าวโพดและขุยมะพร้าวแทนฟางหรือขี้เลื่อยได้ ส่วนซึ่งข้าวโพดป่นก็สามารถใช้แทนขี้เลื่อยได้ แต่ไม่จำเป็นต้องหมัก เพียงแต่เติมอาหารเสริมเช่นเดียวกันเท่านั้น

หมายเหตุ สำหรับก้อนเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยนั้น สามารถใช้เป็นหัวเชื้อต่อลงใหม่ได้ เพียงแต่ก้อนเชื้อเหล่านั้นจะต้องไม่เสียดีเกลือ เพราะเชื้อเห็ดที่มีดีเกลืออยู่เวลาใส่ลงใหม่ เส้นใยมักจะรวมตัวแล้วออกดอกก่อนที่จะกินเข้าไปในเนื้อไม้

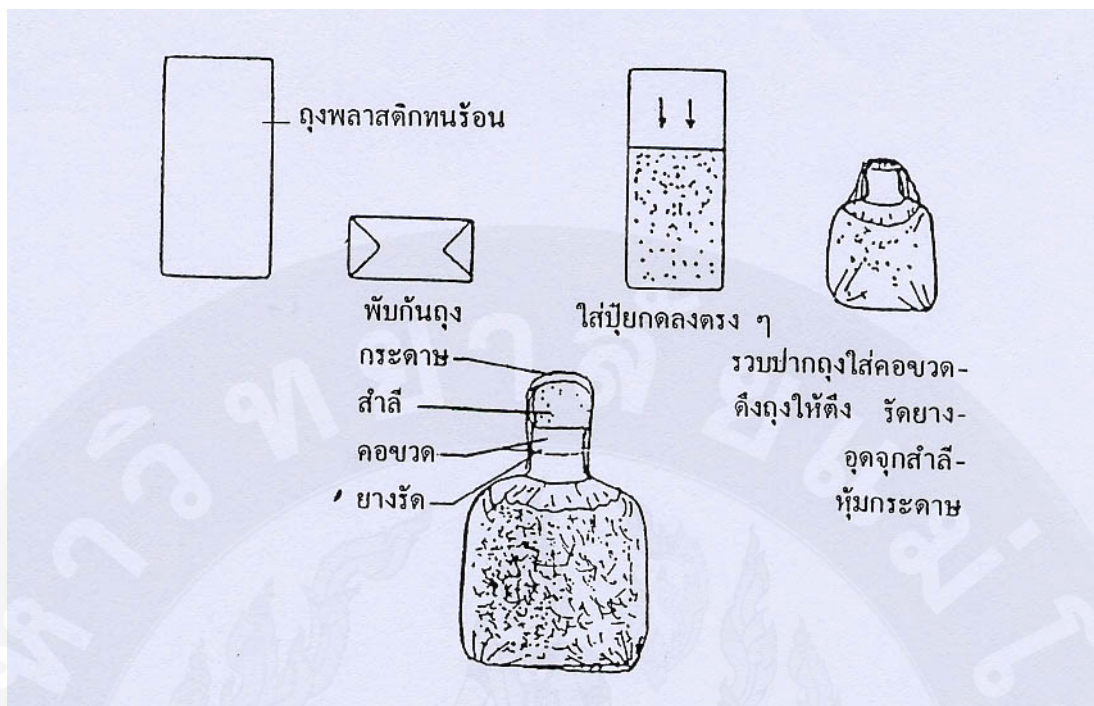
การบรรจุถุง

ถุงพลาสติกที่ใช้ควรจะเป็นถุงพลาสติกทึบร้อน ขนาดประมาณ 6.5×12.5 นิ้ว หนาประมาณ 0.08-0.12 มิลลิเมตร สำหรับขี้เลื่อย ส่วนฟางอาจใช้ถุงขนาด 7×10.5 นิ้ว ปัจจุบันได้มีผู้ผลิตถุงแบบพับกันสำเร็จรูปจำหน่ายแล้ว ทำให้การบรรจุลงในถุงสะดวกยิ่งขึ้น

ปุ๋ยที่จะใช้บรรจุถุงนี้ไม่ว่าจะเป็นขี้เลื่อยหรือฟาง จะต้องตีให้แตก หรือตีให้ร่วนซุยเสียก่อน เครื่องตีปุ๋ยใช้เครื่องตีน้ำแข็งจะได้ผลดีกว่าเครื่องผสมอาหารสัตว์

จากนั้นตักขี้เลื่อยลงในถุงพลาสติกที่พับกันถุงเป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้ว ประมาณ 1-1.2 กิโลกรัม ยกปากถุงกระทุ้งแรงๆ แล้วใช้ก้นขวดกลมหรือมือกดลงไปให้แน่นพอสมควร หรือใช้เครื่องอัดถุง รวบปากถุง ใส่คอขวดพลาสติก ดึงปากถุงพลาสติก ให้ตึงตามแนวตั้งแล้วพาดคอขวดไว้ รัดด้วยยาง ใช้ไม้ปลายเรียวเจาะรูลึกเกือบถึงก้นถุงเพื่อให้เชื้อเห็ดเจริญเข้าไปในก้อนเชื้อได้รวดเร็วขึ้น จากนั้นก็อุดจุกลำลีหุ้มลำลีด้วยกระดาษรัดยางอีกชั้น แต่ถ้าใช้เครื่องบรรจุปุ๋ย ก็เพียงแค่ตักขี้เลื่อยใส่เข้าไปในเครื่อง แล้วเตรียมถุงพลาสติกไว้เท่านั้น เครื่องจะบรรจุปุ๋ยลงไปตามปริมาณที่กำหนดพร้อมทั้งกดและแทงปุ๋ยให้เป็นรูเรียบร้อย จากนั้นนำเอาถุงปุ๋ยออกมาใส่คอขวดเช่นเดียวกัน

สำหรับฟางปฏิบัติเช่นเดียวกันคือ พับกันถุงก่อนแล้วใส่ฟางเข้าไปประมาณ 0.8-1 กิโลกรัม (ถุงขนาด 7×12 นิ้ว) ขณะที่ใส่ฟางควรดึงปากถุงให้ตึงตลอดเวลา อัดให้แน่นพอสมควรแล้วรวบปากถุงใส่คอขวดเช่นเดียวกับการบรรจุขี้เลื่อย (รูปที่ 9.16)



รูปที่ 9.16 การบรรจุปุ๋ยหมักและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

ที่มา : อานนท์ (2531)

การนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

เนื่องจากวัสดุที่ใช้เพาะเห็ดจะมีเชื้อจุลินทรีย์ติดมาด้วย จุลินทรีย์เหล่านี้จะไปแย่งอาหารเห็ดหรือบางชนิดอาจเป็นอันตรายต่อเห็ด ดังนั้นก่อนที่จะเขี่ยหัวเชื้อเห็ดลงไป ควรทำลายจุลินทรีย์เหล่านี้ก่อน ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. การนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดัน (sterilize)
2. การนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความร้อน (pasteurize)

การนึ่งด้วยความดันจะต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 121-125 องศาเซลเซียส จะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ทุกชนิด พร้อมทั้งสารบางอย่างที่อาจเป็นตัวยับยั้งหรือควบคุมสปอร์ของจุลินทรีย์ไม่ให้งอกด้วย และความร้อนขนาดนี้จะไปย่อยสลายอาหารให้อยู่ในรูปที่จุลินทรีย์ต้องการ ดังนั้น ในการเขี่ยเชื้อเห็ด หากห้องเขี่ยเชื้อไม่สะอาดและมีสปอร์ของจุลินทรีย์ตกลงไปในก้อนเชื้อแล้ว สปอร์นั้นจะงอกออกมาอย่างรวดเร็วพร้อมทั้งจะลามกินอาหารเหล่านั้นด้วย ส่วนการนึ่งด้วยความร้อนนั้น อุณหภูมิที่ใช้จะสามารถฆ่าจุลินทรีย์บางชนิดที่มีโทษต่อเห็ดเท่านั้น แต่ไม่สามารถทำลายสารที่ยับยั้งการงอกของสปอร์จุลินทรีย์ได้ ทั้งยังไม่ทำให้อาหารที่สปอร์จากภายนอกชอบแตกสลายออกมามากนัก จากการสร้างสปอร์ของเชื้อราหรือแบคทีเรียส่วนมากสร้างขึ้นมากเพราะความเข้มข้นของอาหารหรือไม่สามารถ

ดำรงชีวิตต่อไปได้ และจะงอกออกมาอีกก็ต่อเมื่อมีอาหารอุดมสมบูรณ์เท่านั้น ดังนั้นในการนั่งแบบ ลูกทุ่งนี้ถึงจะฆ่าจุลินทรีย์ได้ไม่หมด แต่ก็จะไม่งอกออกมาเพราะอาหารไม่สมบูรณ์ และเมื่อเชื้อเห็ดเข้าไปแล้ว เห็ดซึ่งมีคุณสมบัติย่อยอาหารได้ดีกว่าจะใช้อากาศในถุงช่วยในการเจริญของเส้นใย ทำให้อากาศภายในถุงมีน้อยไม่เหมาะในการงอกของสปอร์จุลินทรีย์อีกด้วย

การปลูกเชื้อ (Inoculation)

การเขี่ยหัวเชื้อลงในวัสดุเพาะ

หลังจากทำการนั่งฆ่าเชื้อเสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นเขี่ยเชื้อจากหัวเชื้อ สถานที่เขี่ยอาจเขี่ยในตู้เขี่ยเชื้อ เช่นเดียวกับการเขี่ยเนื้อเยื่อลงอาหารวุ้น แต่ถ้าหากจะทำแบบอุตสาหกรรมแล้ว ควรจะทำห้องเขี่ยเชื้อโดยเฉพาะ ซึ่งห้องเขี่ยเชื้อนั้นจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญ ดังนี้คือ

1. เป็นห้องที่มีมิดชิด สามารถอบฆ่าเชื้อโรคได้
2. พื้นห้องควรบุด้วยกระเบื้องเคลือบหรือแผ่นพอร์ไมก้า เพื่อสะดวกในการทำทำความสะอาด
3. มีหลอดแสงอุลตราไวโอเลตสำหรับฆ่าเชื้อ โดยติดห่างกันไม่เกิน 2 เมตร
4. ควรมีห้องสำหรับเปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าปฏิบัติการ
5. ถ้าจะให้อากาศเข้าไป จะต้องผ่านเครื่องกรองอากาศเสียก่อน
6. ถ้าใช้เครื่องปรับอากาศ ควรใช้ระบบเช่นเดียวกับตู้เย็น คือไม่มีลมเป่า

อย่างไรก็ตาม หากทำไม่มากนัก อาจทำการเขี่ยเชื้อในที่ลมสงบก็ได้ (โดยการมุงกาง) แต่ควรทำความสะอาดหรือใช้ผ้าสะอาดชุบน้ำบิดหมาดๆ ปูรองพื้นก่อนปฏิบัติการ

วิธีการเขี่ยหัวเชื้อ

1. ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืช ก่อนใช้ควรเขย่าให้แตกกระจาย จากนั้นถอดจุกสำลีออกจนไฟที่ปากขวดเล็กน้อย ใช้มืออีกข้างหนึ่งเปิดจุกสำลีของถุงก้อนเชื้อ เทหัวเชื้อลงไปประมาณ 10-20 เมล็ด แล้วรีบปิดจุกสำลี

2. หัวเชื้อที่ทำจากซีลีอีย ให้ใช้ช้อนก้านยาวเขี่ยซีลีอียภายในขวดให้แตกก่อน ในขณะที่เขี่ยซีลีอียนั้น ควรลนไฟที่คอขวดตลอดเวลา เพื่อกันไม่ให้เชื้อโรคตกลงไป แต่ถ้าเป็นหัวเชื้อในถุงพลาสติกก็เพียงใช้มือบีบให้แตกเท่านั้น แล้วใช้ช้อนตักหัวเชื้อใส่ถุงเชื้อ ประมาณ 1 ช้อน บางครั้งอาจจะปฏิบัติงานช่วยกัน 2 คน กล่าวคือ คนหนึ่งเป็นคนเปิดจุกสำลี อีกคนหนึ่งเทหัวเชื้อ

หัวเชื้อที่ทำจากเมล็ดธัญพืช 1 ขวด ตัดต่อใส่ถุงได้ประมาณ 40-50 ถุง หัวเชื้อจากซีลีอีย 1 กิโลกรัม ตัดต่อได้ประมาณ 150-200 ถุง

สิ่งควรระวังคือ เมื่อเปิดหัวเชื้อแล้วต้องใช้ให้หมด ถ้าหากเหลือไม่ควรเอามาใช้ใหม่อีก เพราะอาจมีเชื้อโรคปนเปื้อนเข้ามาภายหลังได้

การบ่มเชื้อ

1. หลังจากเชื้อเสร็จแล้ว ให้นำถุงก้อนเชื้อไปเก็บไว้ห้องมืดที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ ประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส
2. อากาศภายในห้องไม่เคลื่อนไหว (ไม่มีลม)
3. มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง

ห้องสำหรับบ่มเชื้อควรเป็นห้องที่ไม่มีลมโกรก หรือระบายอากาศอย่างมาวันละประมาณ 10 นาที ก็พอ หรือระยะที่เส้นใยเดินในระยะแรกประมาณ 10 วัน ไม่จำเป็นต้องระบายอากาศก็ได้ เส้นใยเห็ดจะเจริญเต็มที่แล้วประมาณ 25-30 วัน และเมื่อเส้นใยเจริญเต็มที่แล้ว ควรให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกพร้อมทั้งให้แสงเข้าได้พอประมาณด้วย เพื่อให้เส้นใยสะสมอาหาร และรวมตัวกันเป็นจุดสร้างดอกเล็กๆ ภายในถุง

การเพาะเห็ดแบบอุตสาหกรรมนั้น นิยมสร้างโรงที่มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

โรงเรือน

ขนาดของโรงเรือน ไม่มีปัญหามากนักในเรื่องของแสงและการถ่ายเทอากาศ ทั้งนี้เพราะเห็ดหูหนูมีโปรตีนค่อนข้างต่ำ การเจริญเติบโตของดอกเห็ดช้า ขนาดของโรงเรือนที่นิยมกันคือ ขนาด $4 \times 6 \times 2.5$ เมตร หลังคารูปจั่ว ภายในมีหิ้ง 2 แถว แต่ละหิ้งประกอบด้วยชั้น 4 ชั้น ระยะห่างของชั้นประมาณ 45-50 เซนติเมตร หรือบางแห่งนิยมสร้างโรงเรือนขนาด $8 \times 16 \times 2$ เมตร มีหิ้ง 3 แถว เป็นต้น

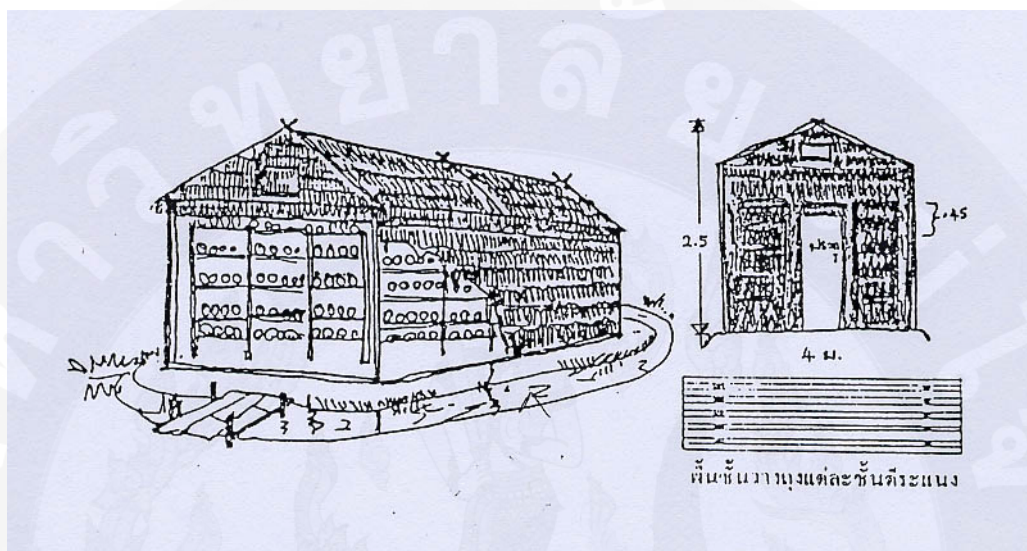
โรงเรือน ควรมีส่วนประกอบ ดังนี้ คือ

1. โรงเรือนบุด้วยจากหรือหญ้าคา เพราะสามารถถ่ายเทอากาศได้ดีกว่ากระเบื้องหรือคอนกรีต บล็อก แต่มีปัญหาเรื่องการป้องกันแมลง
2. เสาอาจทำด้วยไม้ไผ่ หรือเสาเข็มก็ได้
3. ชั้นทำด้วยไม้ไผ่ขนาดเล็กที่แช่น้ำซำมอด ประมาณ 30 วัน ทำเป็นระแนง
4. ระหว่างฝากับหลังคาควรมีช่องว่างกว้างประมาณ 20 เซนติเมตรโดยรอบ เพื่อให้อากาศถ่ายเท
5. ฝ้าตรงกลางหรือส่วนใกล้หลังคาควรบุด้วยผ้าพลาสติกใส เพื่อให้แสงผ่านเข้าไปได้บ้าง

6. พื้นควรทด้วยคอนกรีต หรือจะเฉพาะทางเดินก็ได้ แต่พื้นใต้หิ้งควรกลบด้วยทรายหยาบ หรืออิฐหัก

7. มีช่องระบายอากาศที่หน้าจั่วทั้ง 2 ข้าง

8. มีประตูทั้ง 2 ข้าง พร้อมทางเดินปฏิบัติงานโดยรอบหิ้ง (ภาพที่ 9.17)



ภาพที่ 9.17 โรงบ่มก้อนเชื้อ และเปิดดอกเห็ดหูหนู

ที่มา : อานนท์ (2531)

การวางก้อนเห็ดในโรงเรือน

- วางบนชั้น
- วางกับพื้นทรายสะอาด
- ชั้นแขวนพลาสติก

การเปิดดอกทางปากถุง

การกรีดถุงเพื่อเปิดดอก

นำถุงเชื้อที่คัดเลือกแล้วมาถอดคอขวดและจุดลำล่อออก รวบปากถุงรัดยางให้แน่น ใช้มีดคมๆ กรีดข้างถุงให้เป็นแนวยาวประมาณ 4-5 แฉก ในการกรีดถุงจากการทดลอง หากกรีดแบบกรีดต้นยางพารา คือ กรีดในลักษณะเฉียง จะดีกว่าการกรีดตามแนวดิ่งเพราะจะสามารถเก็บความชื้นได้ดีกว่า ควรกรีดให้ยาวประมาณ 6-8 เซนติเมตร โดยรอบประมาณ 12-16 แฉก หรือกรีดรูปกากบาทเล็กๆ รอบถุง

การวางถุงก่อนเชื้อในโรงเรือน

การวางถุงก่อนเชื้อในโรงเรือนสามารถวางได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมกันคือการวางบนพื้นทราย คือ วางเช่นเดียวกับเห็ดอื่นๆ แต่ไม่ควรห่างกันนัก ให้อยู่ในระยะประมาณ 5-7 เซนติเมตรก็พอ ยังมีเกษตรกรจำนวนมากเข้าใจผิดในการวางถุง เพราะเห็นว่าเห็ดหนูเกิดข้างถุง ฉะนั้นควรวางให้ห่างกัน ซึ่งเป็นการเข้าใจที่ผิด ทั้งนี้เพราะการวางถุงเห็ดห่างๆ กันนั้นมีผลทำให้

- ความชื้นไม่เพียงพอ เพราะจำนวนถุงมีน้อยเก็บความชื้นได้น้อย ต้องเสียเวลารดน้ำหลายครั้ง
- ดอกเห็ดจะหนา ขนสีขาว ไม่เป็นที่นิยมของตลาด
- ถุงเห็ดเสียหาย
- เปลืองพื้นที่

การดูแลรักษา

เมื่อเปิดถุงและนำไปวางหรือแขวนไว้ในโรงเรือนแล้ว สิ่งที่ต้องระวังมากที่สุดคือ ความสะอาด เพราะหากโรงเรือนไม่สะอาดจะเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อเห็ดได้ จากการทดลองพบว่า ในการกรีดถุงระยะแรกนั้น เมื่อนำมาวางหรือแขวนในโรงเรือนแล้ว ควรรดน้ำเฉพาะที่พื้นโรงเรือน เพื่อให้บรรยากาศภายในโรงเรือนชื้น บริเวณเส้นใยที่ถูกกรีดจะสมานเข้าหากันอย่างรวดเร็วเพื่อพัฒนาเป็นดอกเห็ดซึ่งจะเกิดดอกภายใน 4-6 วัน แต่หากรดน้ำที่ก้อนเชื้อเลยจะออกดอกช้า คือประมาณ 7-10 วัน

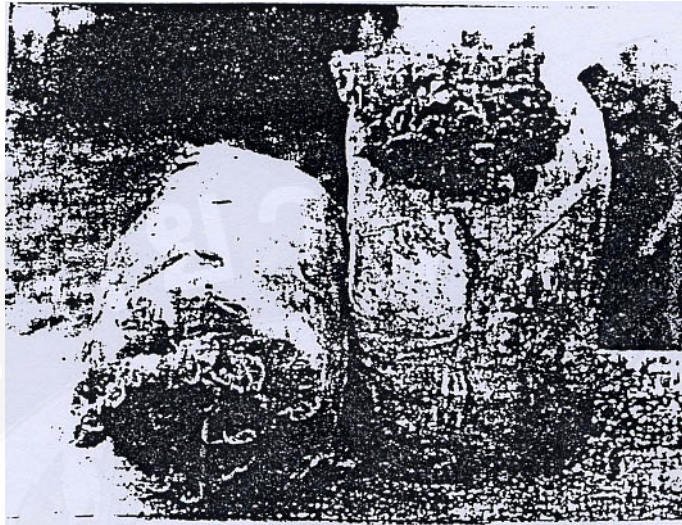
การรดน้ำ

ควรใช้เครื่องชนิดพ่นฝอยฉีด จำนวนครั้งในการรดขึ้นอยู่กับความชื้นในบรรยากาศแต่ไม่ควรต่ำกว่า 2 ครั้งต่อวัน น้ำที่ใช้ต้องมีสารที่เป็นอันตรายต่อเห็ด และมี pH เป็นกลาง ในฤดูหนาวที่มีอากาศแห้งอาจเพิ่มจำนวนครั้งขึ้นอีก ปฏิบัติเช่นนี้ทุกวันจนกระทั่งเก็บผลผลิต

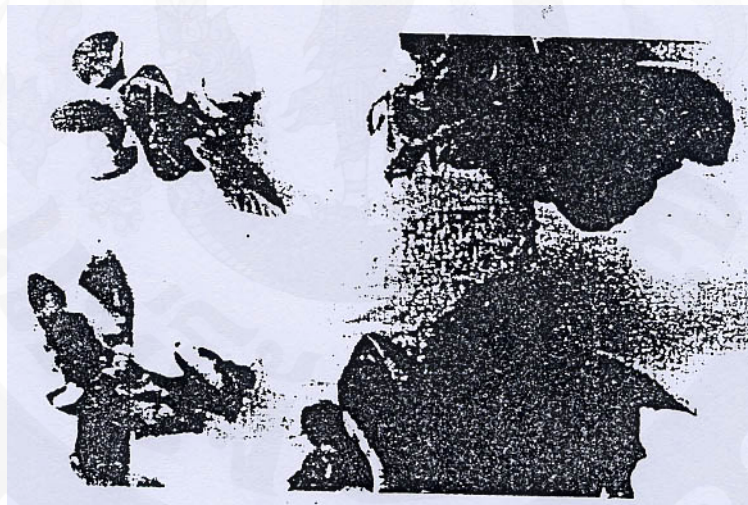
การเก็บผลผลิต

ดอกเห็ดหนูเมื่อเกิดระยะแรกขอบจะหนา และโค้งคล้ายถ้วย เมื่อเจริญเต็มที่แล้ว ขอบของดอกเห็ดจะบาง โค้งเป็นลอน ถ้าดึงจะหลุดได้ง่าย ในระยะนี้เป็นระยะที่เก็บได้ การเก็บเมื่อดอกเห็ดโตเต็มที่พร้อมกันแล้วใช้มือรวบแล้วดึงเบาๆ นำมาตัดก้านพร้อมทั้งเศษวัสดุที่ติดมาด้วยออกทิ้ง บางแห่ง

การเก็บผลผลิตจะเก็บเฉพาะดอกแก่ก่อน ส่วนที่เหลือก็รอเก็บในวันถัดไป วิธีนี้ถึงแม้เสียเวลาในการเก็บบ้างแต่ก็สามารถเก็บได้ทุกวัน (ภาพที่ 9.18 และ 9.19)



ภาพที่ 9.18 การเปิดดอกเห็ดหนูทางปากถุง
ที่มา : อานนท์ (2531)



ภาพที่ 9.19 ดอกเห็ดอายุไม่เกิน 10 วัน
ที่มา : อานนท์ (2531)

ก่อนเชื้อที่เก็บผลผลิตไปแล้วนั้น หากพักการรดน้ำประมาณ 5-8 วัน แล้วรดน้ำใหม่จะทำให้ดอกเห็ดออกเร็วยิ่งขึ้น

ผลผลิตของเห็ดหนูที่ได้ ถ้าถุงขนาด 1 กิโลกรัม จะให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยประมาณ 400-700 กรัม ใช้เวลาเก็บประมาณ 2 - 2½ เดือน

การเพาะเห็ดหนูในถุงพลาสติกเท่าที่กล่าวมา เป็นเพียงการกล่าวแบบกว้างๆ สิ่งที่ผู้เพาะเห็ดจะต้องคำนึงถึงตลอดเวลาคือ จะต้องทราบเสียก่อนว่า เชื้อเห็ดหนูที่จะใช้เพาะลงไปนั้น เป็นสายพันธุ์ใด มีความต้องการสภาพดินฟ้าอากาศเช่นไร และเหนือสิ่งอื่นใดคือ ความบริสุทธิ์ของเชื้อเห็ด ตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 เป็นต้นมา ผู้เพาะเห็ดหนูจำนวนมาก ต้องเลิกกิจการไปเพราะก้อนเชื้อเห็ดถูกทำลายด้วยไรไข่ปลาที่ติดไปกับหัวเชื้อที่มีขั้นตอนในการผลิตไม่ถูกต้อง

ปัญหาและสาเหตุเกิดขึ้นในการเพาะเห็ดหนูในถุง

1. เชื้อเห็ดไม่เจริญ อาจมีสาเหตุจาก

1.1 หัวเชื้อไม่บริสุทธิ์ มีเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นปน ซึ่งจะทำลายเชื้อเห็ด ดังนั้นในการทำหัวเชื้อควรจะเอาใจใส่เป็นพิเศษ ถ้าสังเกตเห็นมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นในหัวเชื้อ ให้รีบคัดออกทิ้งทันที

1.2 มีก๊าซพิษหลงเหลืออยู่ หรือหมักไม่ได้ที่ ทำให้ก๊าซแอมโมเนียเหลืออยู่ ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดได้

1.3 ขณะเขี่ยเชื้อนั้น มีเชื้อจุลินทรีย์ตกลงไปด้วย ดังนั้น ควรเขี่ยเชื้อทำในสถานที่ที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้

1.4 ความชื้นในขี้เลื่อยสูงเกินไป ทำให้ขาดอากาศที่ช่วยในการเจริญเติบโตของเส้นใย

1.5 อากาศในห้องบ่มเย็นเกินไป

2. เชื้อเห็ดเสียเนื่องจากมีเชื้ออื่นปน อาจมีสาเหตุจาก

2.1 หนึ่งไม่ได้ที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนั่งด้วยหมอนิ่งความดัน การนั่งต้องนั่งในสภาพสุญญากาศจริงๆ ที่ความดัน 1.2-1.3 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร นาน 2 ชั่วโมง

2.2 หมักปุ๋ยไม่ได้ที่ ทำให้มีอาหารของเชื้อจุลินทรีย์เหลืออยู่มาก

2.3 ถ้านั่งแบบลูกทุ่ง ควรให้มีอุณหภูมิประมาณ 90-98 องศาเซลเซียส อย่างสม่ำเสมอ เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้ เชื้อจุลินทรีย์อาจไม่ตาย

2.4 อาหารเสริมที่เติมมีมากเกินไป และอาจเป็นอาหารเสริมเก่าที่มีจุลินทรีย์ติดไปด้วย จะเจริญขึ้นมาทำลายเชื้อเห็ดได้

2.5 ในขณะที่เขี่ยเชื้อ มีจุลินทรีย์ที่เป็นพิษต่อเห็ดตกลงไป ดังนั้นเขี่ยควรทำความสะอาดสถานที่หรืออบฆ่าเชื้อเสียก่อน

2.6 ถุงพลาสติกมีรูหรือมีรอยรั่ว

2.7 จุกสำลีเปียก หรือใช้สำลีเก่า ซึ่งอาจเป็นพาหะนำเชื้อโรค

2.8 หัวเชื้อไม่บริสุทธิ์

3. เส้นใยเห็ดเดินแล้วหยุด หรือเดินเพียงบางๆ อาจมีสาเหตุจาก

- 3.1 ขี้เลื่อยหมักไม่ได้ที่ ทำให้มีแอมโมเนียมากเกินไป
- 3.2 มีสารที่เป็นพิษต่อเห็ดติดอยู่ เช่น จุนสี น้ำมัน ผงซักฟอก
- 3.3 ขี้เลื่อยที่ใช้มียางที่เป็นพิษต่อเห็ด
- 3.4 ปุ๋ยเปียกเกินไป หรือบรรจุถุงแน่นเกินไป
- 3.5 อุณหภูมิในห้องบ่มต่ำเกินไป
- 3.6 มีเชื้อจุลินทรีย์อย่างอื่นปน
- 3.7 ความชื้นภายในปุ๋ยไม่สม่ำเสมอ

4. เส้นใยเจริญบางมาก สาเหตุจาก

- 4.1 อาหารในปุ๋ยไม่เพียงพอ ดังนั้น ในการหมักขี้เลื่อยควรเติมอาหารให้บ้างพอสมควร
- 4.2 มีเชื้อจุลินทรีย์อื่นปน เนื่องจากหัวเชื้อไม่ดี
- 4.3 ขี้เลื่อยที่ใช้มียางที่เป็นพิษต่อเห็ด

5. เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเต็มถุงปรากฏเม็ดสีขาวคล้ายไขหอย เมื่อบีบดูจะกรอบและแตกมีน้ำเยิ้มออกมา สาเหตุเนื่องจากมีเชื้อไรซินิดหนึ่งตัวเล็กมาก หากพบว่าเชื้อไรซินิดนี้ระบาด ควรปฏิบัติดังนี้

5.1 ควรแยกเชื้อจากเนื้อเยื่อใหม่ นำมาเลี้ยงในอาหารรุ่นที่ใส่แคปแทนประมาณ 5 ส่วนในล้าน (ppm)

5.2 ขี้เลื่อยหมักควรผสมแคปแทนในน้ำประมาณ 7 ส่วนในล้าน หรือจะใช้ขี้เลื่อยที่มีเชื้อเห็ดผสมเข้าไปประมาณ 1% โดยปริมาตร และเติมปูนขาวประมาณร้อยละ 1-2 โดยปริมาตรลงไปด้วย (ปูนขาวเป็นตัวกำจัดไรที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยที่สุด)

ภายในโรงเรือนควรฉีดยาฆ่าไรพวกแคปแทนหรือมาลาไธออน ส่วนก้อนเชื้อหลังจากเย็บเชื้อเห็ดลงไปแล้ว ควรฉีดยาฆ่าไรบริเวณจุลลำไส้ด้วย แต่ไม่ควรฉีดตอนเกิดดอก บางแห่งที่มีไรระบาดมากจะให้ปูนขาวผสมน้ำฉีดพ่นและราดบริเวณพื้นโคนเสาในโรงเรือนเปิดดอก และรมควันโรงเรือน โดยใช้ใบสนประติพัทธ์หรือสนทะเล เผาสุกในโอ่งหรือปิ้ง

6. เชื้อเห็ดเดินเต็มแล้วไม่สร้างดอก อาจเนื่องจากเชื้อเห็ดเป็นหมัน

7. เชื้อเห็ดเดินเต็มแล้วออกดอกช้า ผลผลิตต่ำ สาเหตุจาก

- 7.1 เชื้อเห็ดเสื่อม
- 7.2 อาหารไม่เพียงพอ
- 7.3 ความชื้นไม่เพียงพอ
- 7.4 การกรีดถุงเปิดดอก กรีดน้อยเกินไป

8. เชื้อเห็ดให้ผลผลิตแล้ว ก้อนเชื้อจะเน่าและมีสีเหลือง มีกลิ่นเหม็น สาเหตุจากการเกิดราเมือกที่เป็นดังนี้เพราะโรงเรือนไม่สะอาดพอ มีการสะสมหมักหมมของเก่าไว้ตลอดเวลา ราเมือกที่เกิดขึ้นจะ

ลามกินเชื้ออย่างรวดเร็ว หากเกิดราชนิดนี้ขึ้นควรล้างชั้นให้สะอาดแล้วใช้แอลกอฮอล์ราด จากนั้นโรยปูนขาวทิ้งไว้ประมาณ 2 วัน จึงจะล้างออก

9. มีแมลงที่มองเห็นด้วยตาเปล่าก่อกินก้อนเชื้อ

9.1 อาจเนื่องจากการเพาะเห็ดหลายชนิดอยู่ในโรงเรือนเดียวกัน เห็ดบางชนิดมีกลิ่นหอมมาก ซึ่งจะดึงดูดแมลงเข้ามาและลูกกลมเข้าไปทำลายเห็ดหนูได้

9.2 เกิดจากการสะสม หมักหมม หรือทิ้งของเก่าใกล้บริเวณโรงเปิดดอกทำให้มีแมลงและไรเกิดขึ้น พร้อมทั้งระบาดอย่างรวดเร็ว

9.3 เปิดไฟในโรงเรือนตลอดกลางคืน ไฟจะดึงดูดแมลงจากที่อื่นเข้ามาและอาจมีแมลงบางชนิด เมื่อมากินเห็ดแล้วปรับตัวพร้อมทั้งขยายพันธุ์

วิธีแก้ไขเมื่อมีไร แมลง แพร่ระบาด

- งดรดน้ำ และเก็บดอกเห็ดออกให้หมด ทำความสะอาดโรงเรือนใช้กำมะถันผงกับปูนขาว โรยตามชั้นวางต่างๆ ภายในโรงเรือนฉีดพ่นพวกเซฟวิน มาลาไธออน แคปเทน เป็นต้น

- ถ้าไรระบาดเป็นบางจุดให้ใช้ปูนขาวโรยชั้นวางเห็ดเสีย หรือเอาถุงกลุ่มที่เสียออกทิ้ง หรือทำลายเสีย

10. ดอกเห็ดเกิดขึ้นมาแล้วเน่าและตาย เนื่องจากเกิดราเมือกหรือแมลงก่อกินดอกเห็ด

11. หลังจากกรีดถุงแล้วมีราเขียวเกิดขึ้น เพราะอากาศร้อนควรแก้ไขโดยเพิ่มปูนขาวลงไปให้อาหารให้มากขึ้นหรือหนึ่งไม่สุกพอ จึงเกิดราเขียว ต้องใช้เวลานานมากขึ้น

การเพาะเห็ดหนูในถุงนั้น หากไม่ต้องการทำก้อนเชื้อเอง อาจหาซื้อก้อนเชื้อมาเปิดถุงเลยก็ได้ เพื่อความสะดวก และผลผลิตที่ได้ก็คุ้มค่า แต่ควรซื้อแต่น้อยไปทดลองเพาะดูก่อน เพื่อเป็นทดสอบว่าผู้ผลิตจะใส่อาหารเสริมมากพอหรือไม่ เชื้อเห็ดเป็นที่ต้องการของตลาดหรือไม่

การเพาะเห็ดหนูบนท่อนไม้

ไม้ที่นิยมมากที่สุดในการนำมาใช้เพาะ คือ ไม้แค และไม้มะม่วง โดยให้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจ เช่น ไม้แคขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12-15 เซนติเมตร ใน 1 ท่อน เก็บผลผลิตได้ 5-8 กิโลกรัม ภายใน 5-6 เดือน ข้อเสียของเห็ดบนท่อนไม้ คือคุณภาพด้อยกว่า ในส่วนของท่อนไม้ให้ดอกเห็ดที่มีขนยาว ดอกกระด้าง สีไม่สวย อาจมีกลิ่นไม้และราคาสูงกว่าการเพาะในถุง

อาณนัท (2523) ได้อธิบายถึงการเพาะเห็ดหนูบนท่อนไม้ว่า มีขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วย

1. การคัดเลือกไม้ที่ใช้เพาะ

ไม้ที่จะใช้ต้องเป็นไม้สด ตัดมาใหม่ๆ จะมีความเหมาะสมมาก ควรมีเปลือกหนา ไม่มียางที่เป็นพิษต่อเห็ด มีกลิ่นหอม เมื่อผ่าเนื้อไม้มาเคี้ยวดูจะมีรสออกหวานจะเป็นไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อแข็งก็ได้ ไม้ที่ให้ผลคุ้มค่าต่อการลงทุน ได้แก่

แค	<i>Seabbania grandiflora</i> L.
มะม่วง	<i>Mangifora</i> Spp.
นนทรี	<i>Peltophorum dasyrachis</i> Kurz.
พลวง	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>
ไทร	<i>Ficus benjamina</i> Linn.
ไคร้ น้ำ สนุ่น หลิว	<i>Salix tetrasperma</i> Roxb.
ขนุน	<i>Artocarpus integrifolia</i>
มะยมป่า	<i>Ailanthus fanualiana</i> Picne.
มะกอก	<i>Spondias pinnata</i> Kurz.
เหียง	<i>Dipterocarpus intricatus</i> Dyer.
โพธิ์ป่า	<i>Thespesia lampa</i>
ทองกวาว	<i>Butea frondosa</i> Roxb.

นอกจากนี้ยังมีไม้เนื้ออ่อนที่นิยมใช้พอสมควร แต่ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ คือ ก้ามปู หนุ่น สำหรับไม้เนื้อแข็งที่ใช้ได้ดี ได้แก่ กระถินณรงค์ สะแก ฝรั่ง และอินทนิล

ไม้ที่น่าสนใจอีกชนิดหนึ่งคือ ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ซึ่งในประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกยางพาราประมาณ 9.7 ล้านไร่ รัฐบาลได้ส่งเสริมให้มีการตัดยางพันธุ์เก่าทิ้งและปลูกพันธุ์ใหม่ทดแทนปีละ 330,000 ไร่ ซึ่งไม้ที่ตัดนั้นก็ยังไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์เท่าที่ควร

วิธีการคัดเลือกและตัดไม้สำหรับเพาะเห็ดหนู

1.1 ขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรขึ้นไป จนกระทั่งถึงขนาดโตที่สุดของไม้ แต่ไม้ที่มีขนาดเหมาะสมที่สุด คือ ขนาดระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-20 เซนติเมตร

1.2 อายุของไม้นั้นให้ถือหลักที่ว่า ถ้าไม้อายุน้อยจะได้ผลผลิตเร็วและหมดเร็ว ถ้าหากเป็นไม้แก่ เชื้อเห็ดจะเจริญเข้าไปช้า ออกดอกช้า แต่เก็บผลผลิตได้นาน อายุของไม้ที่พอเหมาะสำหรับไม้เนื้ออ่อนควรอยู่ระหว่าง 3-5 ปี

1.3 ควรตัดไม้มาทำการเพาะเห็ดในฤดูใบไม้ผลิ ทั้งนี้เพราะไม้ฤดูนี้จะสะสมอาหารมากและเมื่อใส่เชื้อเห็ดลงไปแล้ว จะมีเชื้อเห็ดชนิดอื่นปลอมปนน้อยที่สุด

1.4 ไม้ที่ใช้เพาะเห็ดควรเป็นไม้สด ตัดมาใหม่ๆ ยิ่งดี ไม่ควรตัดทิ้งไว้เกิน 2 สัปดาห์ สำหรับไม้เนื้ออ่อนทั่วไป และ 3 สัปดาห์สำหรับไม้ที่มียาง

1.5 ไม้ที่มียางควรตัดทิ้งไว้ให้ยางเสื่อมเสียก่อน เช่น ขนุน ยางพารา และไทร ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าจะให้ยางหมดเร็วให้ตัดปลายไม้เล็กน้อย แล้วใช้ส่วนที่ถูกตัดออกมาถูกับท่อนไม้ไปมาจะทำให้ยางออกเร็วยิ่ง

1.6 การตัดไม้พยายามอย่าให้เปลือกขรุขระเป็นอันตราย ถ้าเปลือกไม้ชำควรเอาปูนขาวชุบน้ำทาหรือใช้ปูนสำหรับเคียวหมากทาก็ได้

1.7 ท่อนไม้เป็นท่อนๆ ยาวประมาณ 80-100 เซนติเมตร

1.8 ถ้ามีกิ่งก้านเล็กๆ ติดมาด้วย ให้ตัดทิ้ง และใช้ปูนขาวทารอยแผลก่อน

2. การเจาะรูสำหรับใส่เชื้อ

การเพาะเห็ดหนูในไม้จะต้องใส่เชื้อเห็ดเข้าไปในท่อนไม้ ดังนั้นจึงต้องเจาะรูสำหรับใส่เชื้อ การเจาะรูสำหรับใส่เชื้อเท่าที่ปฏิบัติกันมาอยู่หลายวิธี เช่น ใช้เหล็กตอกปะเกน และใช้ส้อมสำหรับเจาะรูใส่เชื้อโดยเฉพาะ ซึ่งประกอบด้วยด้ามคล้ายส้อม ส่วนที่ตอกใช้ปะเกนฝังยึดกับแท่งเหล็กหนักประมาณ 40 กรัม การใช้ปะเกนและส้อมเป็นเทคนิคที่ใช้ในประเทศได้หวั่น แต่สำหรับในประเทศไทยไม่เหมาะที่จะใช้อุปกรณ์ทั้งสองชนิดนี้เพราะไม้บางชนิดที่ใช้เพาะมีเนื้อแข็งเกินไป เวลาตอกเจาะรู ปะเกนอาจจะหักหรือบิ่น เครื่องมือที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ส่วนมือ หรือส่วนไฟฟ้าก็ได้ สำหรับตอกส่วนเจาะไม้ ควรใช้ขนาด 4-5 หุน ก่อนเจาะให้ใช้ตะไบขัดเกลียวนำเพื่อให้ทุ้งเสียก่อน หากไม่ขัดเกลียวนำเวลาเจาะจะดูไม้แฉกเกินไป

วิธีเจาะรู

จับตัวส่วนให้แน่นเจาะลงไปจังหวะเดียว ให้ลึกประมาณ 3-7 เซนติเมตร หากเป็นไม้ขนาดใหญ่ควรเจาะให้ลึก แต่ถ้าหากเชื้อเห็ดมีลักษณะคล้ายไม้คอร์ค ขนาดของรูที่เจาะควรให้มีขนาดเล็กกว่าเชื้อเห็ดเล็กน้อย และรูที่เจาะจะต้องลึกพอดี การเจาะรูให้เริ่มเป็นแนวตรงระยะห่างประมาณ 6-8 เซนติเมตร สำหรับแถวถัดไปห่างจากแถวแรกประมาณ 4 เซนติเมตร และควรเจาะสลับหว่างกลางของแถวแรก (เจาะสลับฟันปลา) เจาะลึกประมาณ 3-5 เซนติเมตร

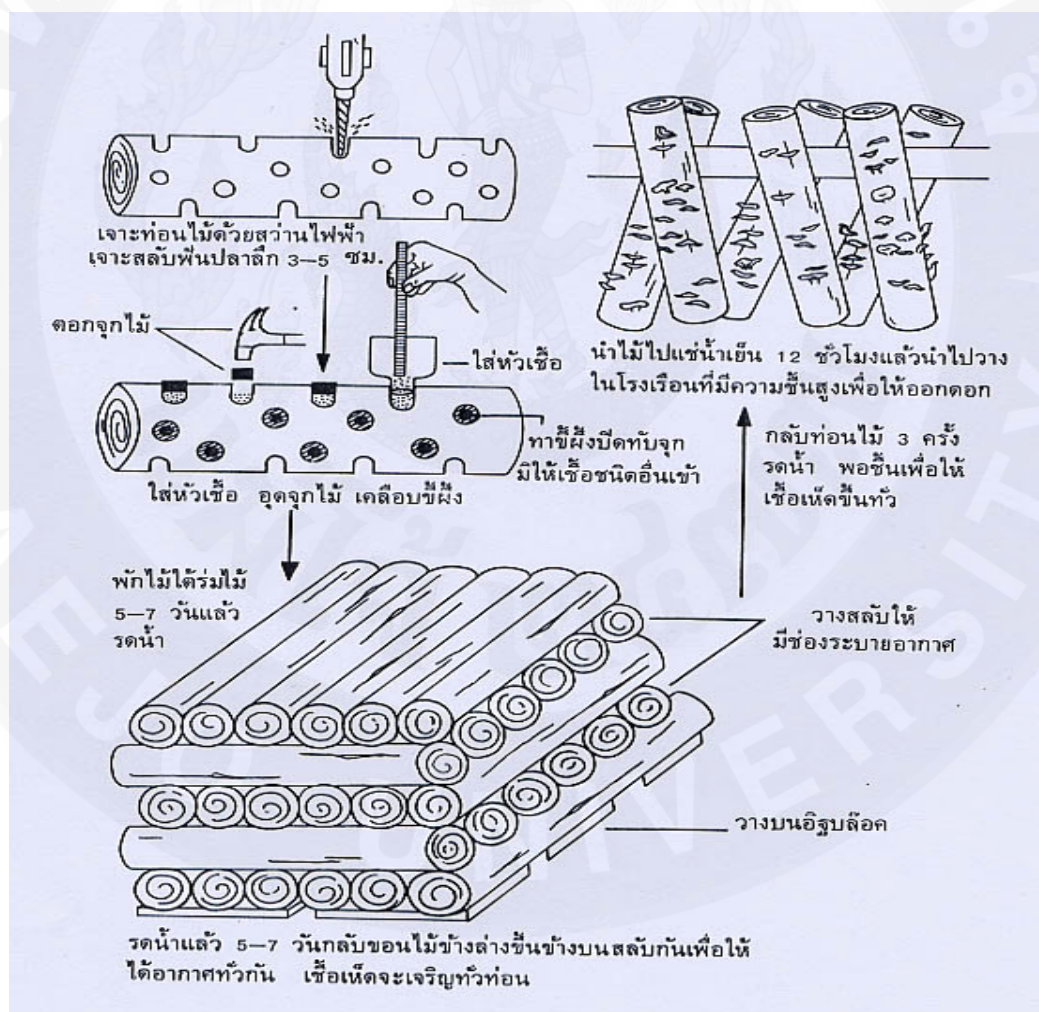
3. การใส่เชื้อเห็ด

ลักษณะของเชื้อเห็ดที่ใส่ในไม้ คือ จะต้องเป็นเชื้อเห็ดที่ทำจากขี้เลื่อยที่งดใส่ได้เกล็ดโดยตรง เป็นเชื้อเห็ดที่เพิ่งเจริญเต็มใหม่ๆ เพราะเป็นเชื้อเห็ดที่แข็งแรง ในบางแห่งอาจทำเชื้อเห็ดเป็นแท่งคล้ายจุไม้คอร์คเลยก็มี ส่วนวิธีการทำนั้นมีกรรมวิธีเหมือนกับการทำหัวเชื้อ กล่าวคือ ให้ฝานไม้ที่เตรียมไว้เป็นแว่นๆ แล้วใช้ปะเกนตอกออกเป็นแท่งๆ นำไปต้มในน้ำฝรัง แล้วคลุกกับขี้เลื่อยที่มีส่วนผสมอาหารดังได้

กล่าวมาแล้ว บรรจุลงถุงหรือขวดทนร้อนนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นแช่เชื้อโดยเทคนิคปราศจากเชื้อ เมื่อเชื้อเห็ดเดินเต็มแล้วสามารถนำมาใช้ได้เลย

วิธีใส่เชื้อ

ถ้าเป็นเชื้อที่ทำจากขี้เลื่อยให้ใช้มือบีบถุงขี้เลื่อยแตกก่อน จากนั้นก็เทลงในไม้ทางรูที่เจาะโดยผ่านกรวยพลาสติก ใช้ตะเกียบหรือไม้กระทุ้งให้เชื้อเห็ดเข้าไปในรูค่อนข้างแน่น ใส่จนเต็มรูที่เจาะไว้ (กรวยและตะเกียบที่ใช้ควรเช็ดด้วยแอลกอฮอล์ก่อน) จากนั้นเอาตะเกียบกดเชื้อเห็ดให้จมลงไปอีกประมาณครึ่งเซนติเมตร ใช้ฝ่าขววดอุด ถ้าเป็นเชื้อเห็ดชนิดจุลินทรีย์คอร์กนั้น มือที่จะจับควรล้างด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วใช้สันตอกเชื้อเห็ดลงในรูที่เตรียมไว้ให้มิด เมื่อบรรจุเสร็จแล้วใช้แปรงทาสีทาขี้ผึ้งที่หลอมแล้วทับอีกครั้ง หรือจะใช้ขี้ผึ้งทาเลยก็ได้ นอกจากนี้อาจใช้ปูนซีเมนต์ผสมน้ำอุดรูแทนขี้ผึ้งก็ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเข้าไปถูกเชื้อเห็ด (ภาพที่ 9.20)



ภาพที่ 9.20 การเพาะเห็ดในท่อนไม้ เช่น เห็ดหูหนู เห็ดหอม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม
ที่มา : อนงค์ (2530)

4. การพักไม้

การเพาะเห็ดหนูในไม้ หลักการที่สำคัญคือระยะการพักไม้ซึ่งจะต้องหาวิธีว่าจะทำอย่างไรเชื้อเห็ดที่ใส่ลงไปไม้จึงจะไม่ตาย และสามารถกินเนื้อไม้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การเพาะเห็ดหนูในไม้ส่วนมาก หลังจากใส่เชื้อลงไปไม้แล้วก็มักจะปล่อยทิ้งไว้ ซึ่งบางครั้งอาจปล่อยจนกระทั่งไม้แห้ง การกระทำเช่นนี้อาจมีโอกาสนำให้ผลผลิตต่ำลงได้

วิธีการพักไม้

หลังจากใส่เชื้อเห็ดลงไปไม้แล้ว นำไปวางไว้ในที่ร่มได้ต้นไม้หรือจะสร้างหลังคากันแดดให้ได้ การวางไม้ควรมีคอนกรีตบล็อกรองเสียก่อนเพื่อไม่ให้ขอนไม้สัมผัสกับพื้นและวางแบบการวางหมอนรถไฟ มีระยะห่างระหว่างไม้ประมาณ 1-2 เซนติเมตร ทั้งนี้เพราะต้องการให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก แต่ไม่ควรให้มีลมโกรกมากเกินไป เพราะจะทำให้ความชื้นภายในไม้ลดลง หากมีลมโกรกมาก อาจใช้จากหรือหญ้าแห้งคลุมกองไม้ในด้านที่ลมพัดมา

การดูแลรักษาหลังจากพักไม้

ระยะการพักไม้ส่วนที่ควรคำนึง คือ

4.1 ความสะอาด ให้ดูแลความสะอาดของขอนไม้ หากมีสิ่งแปลกปลอมเกิดขึ้น เช่น ราเขียวหรือเห็ดชนิดอื่นตลอดจนกระทั่งเห็ดหนูที่เกิดขึ้นในระยะพักไม้ ให้ใช้เหล็กแหลมหรือมีดขูดออก ส่วนรานั้นอาจใช้แปรงทองเหลืองขัดออก จากนั้นเอาน้ำล้างแล้วใช้ลำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ด

4.2 ความชื้นภายในไม้ หลังจากที่พักไม้ได้ประมาณ 5-7 วัน ให้สังเกตความชื้นของไม้ในฤดูหนาวควรรดน้ำในเวลากลางวันประมาณ 10-20 นาที ทุกๆ 2-3 วัน ถ้าหากในฤดูร้อนหรือช่วงที่มีอากาศร้อน แห้งแล้งและลมโกรกมากเกินไป อาจรดน้ำทุกวัน เหตุที่ต้องรดน้ำเพราะถ้าความชื้นภายในไม้น้อยเกินไปเชื้อเห็ดจะไม่เจริญกินเนื้อไม้ ดังนั้นในการรดน้ำจึงควรรดให้เข้าไปในเนื้อไม้ เปลือกไม้จะทำหน้าที่เป็นเครื่องกรองไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปในเนื้อไม้

4.3 การกลับขอนไม้ เมื่อพักไม้ได้ครบ 7 วันแล้ว ควรจะกลับกองไม้โดยเอาขอนไม้ที่อยู่ชั้นล่างขึ้นชั้นบน เอาไม้จากชั้นบนลงไว้ชั้นล่าง และในการกลับขอนไม้ควรจะพลิกขอนไม้ขึ้นในลักษณะเดียวกัน ทั้งนี้เพราะการกลับชั้นขอนไม้นั้นต้องการย้ายสถานที่จากการที่ขอนไม้ที่ค่อนข้างล่างรับน้ำหนักมากเกินไปทำให้เส้นใยถูกบีบตัว ส่วนการพลิกไม้นั้น เพราะต้องการให้การเจริญของเส้นใยเร็วยิ่งขึ้น เนื่องจากการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดจะเจริญลงตามแรงดึงดูดของโลก หากพลิกขอนไม้ก็จะทำให้เส้นใยเจริญทั่วขอนไม้เร็วขึ้น

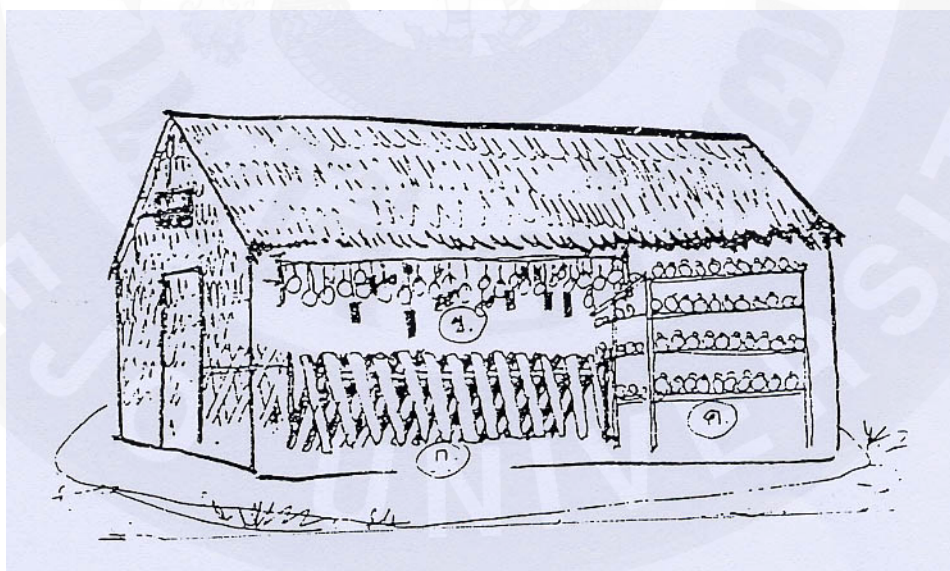
หลังจากกลับไม้ครั้งที่ 3 แล้ว ให้เลื่อย หรือตัดไม้ดูว่าเส้นใยเดินเต็มท่อนไม้หรือไม่ สังเกตจากเนื้อไม้จะเปลี่ยนเป็นสีขาว และมีกลิ่นหอม ถ้าหากเส้นใยยังไม่เต็มให้พักไม้ไว้ต่อจนกระทั่งเส้นใยเดินเต็มท่อนไม้ ในระยะนี้ถ้ามีดอกเห็ดเกิดขึ้นให้ขูดออก หรือจะทำอีกวิธีหนึ่ง คือ เมื่อรดน้ำแล้วให้มีลมโกรกหรือใช้พัดลมเป่าให้ผิวไม้แห้ง ก็สามารถป้องกันไม่ให้เห็ดออกดอกได้ นอกจากนี้ให้ชั่งท่อนไม้ดูว่าน้ำหนักของท่อนไม้ลดลงหรือไม่ หากน้ำหนักของไม้ลดลงกว่าน้ำหนักเดิมเกินกว่าร้อยละ 3 ควรนำไม้ไปแช่น้ำแทนการรดน้ำ

เมื่อเชื้อเห็ดเจริญเต็มเนื้อไม้แล้วยารดน้ำเป็นอันขาด ให้วางไม้ไว้มีระยะห่างกันประมาณ 4-6 เซนติเมตร ปล่อยทิ้งไว้จนกระทั่งไม้แห้งประมาณ 20-30 วัน เพื่อให้เส้นใยเห็ดมีโอกาสสะสมอาหารและพักตัวก่อนจะสร้างดอก ในระยะนี้ควรดูแลเกี่ยวกับความสะอาดของท่อนไม้ให้ดี

5. การทำให้เกิดดอก

สิ่งสำคัญ คือ โรงเรือนสำหรับเปิดดอก

โรงเรือน มีลักษณะคล้ายกับโรงเรือนเปิดดอกของการเพาะถุงพลาสติก ต่างกันที่ความสูง จะสูงประมาณ 1-5 เมตร ภายในโรงเรือนปูด้วยอิฐหักหรือเทคอนกรีต ไม่มีชั้น มีเฉพาะราวไม้สำหรับพาดท่อนไม้ ราวไม้แต่ละแถวห่างกันประมาณ 1.5 เมตร (ภาพที่ 9.21)



ภาพที่ 9.21 ก. การวางท่อนไม้

ข. การแขวนถุงและท่อนไม้

ค. ชั้นเปิดดอกเห็ดชนิดเพาะด้วยชี้เลี้ยงในถุง

ง. ชั้นแขวนพลาสติก

ที่มา : อานนท์ (2531)

นำไม้ที่เตรียมไว้มาแช่น้ำประมาณ 12-20 ชั่วโมง และถ้าไม้ที่ใช้แช่น้ำนั้นมีอุณหภูมิประมาณ 13-18 องศาเซลเซียส จะกระตุ้นให้เห็ดออกดอกเร็วยิ่งขึ้น การแช่น้ำนั้นควรหาของหนักทับไว้ไม่ให้จมน้ำ ซึ่งการแช่น้ำนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ

1. ทำให้ไม้ที่แห้งซึ่งมีความชื้นอยู่น้อย ให้มีความชื้นเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของดอกเห็ด
2. ต้องการกระตุ้นเส้นใยเห็ดที่หยุดพักการเจริญและสะสมอาหารอยู่นั้น ให้กลับมีความแข็งแรงขึ้น เส้นใยเห็ดเมื่อได้รับการกระตุ้นจากน้ำเย็นแล้วจะตื่นตัวอย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งรวมตัวกันเพื่อเป็นดอกเห็ด ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ
3. เป็นการทำลายสัตว์เล็กๆ เช่น แมลงหรือตัวไรที่ติดเข้าไปในไม้ ทั้งนี้เพราะแมลงเหล่านี้จะขาดอากาศในขณะที่ไม้แช่น้ำอยู่
4. ต้องการให้เนื้อไม้อ่อนตัวลง ทำให้เห็ดสามารถย่อยอาหารได้เร็วยิ่งขึ้น

หลังจากที่แช่น้ำเสร็จแล้ว ให้ใช้ขนทูปตรงหัวไม้แรงพอสมควร ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อเยื่อของไม้ขยายตัว และทำลายแผ่นฟิล์มของน้ำซึ่งกันไม่ให้อากาศเข้าให้แตก เพื่อให้อากาศเข้าไปในเนื้อไม้ได้

การดูแลรักษาไม้ในโรงเรือน

นำไม้ที่แช่น้ำและทูปหัวแล้วเข้าไว้ในโรงเรือน โดยวางพาดในราวแบบเผาข้าวหลาม หรือจะวางแบบเดียวกับการวางท่อนไม้เพาะเห็ดหอมก็ได้ กล่าวคือเมื่อนำไปวางในโรงเรือนแล้วใช้ผ้าพลาสติกคล้ายกระสอบปุ๋ยชนิดไม่มีพลาสติกบางบุหุ้มให้เกิดความอุ่นในกองไม้ การคลุมพลาสติกอาจคลุมไว้ 3-4 วัน หรือจนกระทั่งออกดอกก็ได้ แต่บางแห่งนิยมคลุมไว้เพียง 1-2 วัน แล้วเปิดพลาสติก

ดอกเห็ดจะเกิดขึ้นหลังจากเอาไม้เข้าไปไว้ในโรงเรือนแล้วประมาณ 4-5 วัน และผลผลิตจะเก็บได้หลังจากนั้นไปอีกประมาณ 4-5 วัน ระยะเวลาการเก็บจะเก็บได้เรื่อยๆ ประมาณ 10-12 วัน หรืออาจเกินกว่านั้น

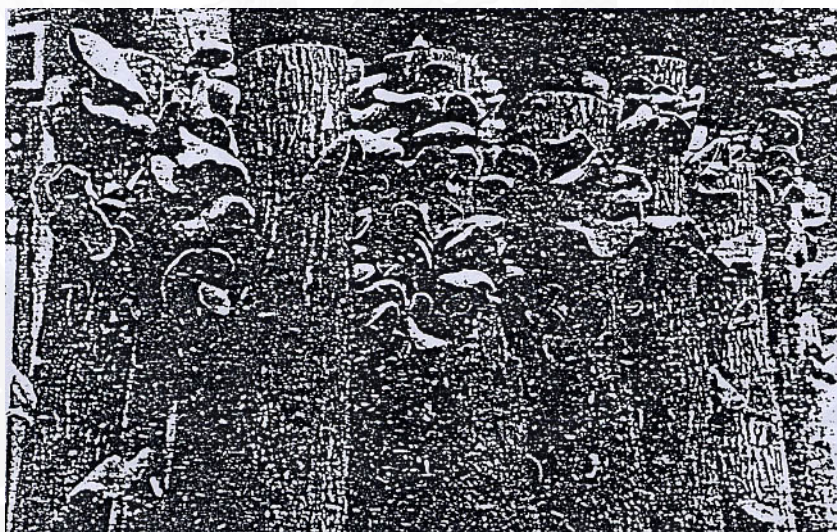
การรดน้ำ

จะต้องรดน้ำทุกวัน วันละ 2 ครั้ง ในเวลากลางคืนควรเปิดประตูทิ้งไว้ เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์จากข้างนอกเข้าไปกระตุ้นให้เห็ดเจริญเติบโตได้เร็วยิ่งขึ้น

การเก็บผลผลิต

เก็บเช่นเดียวกับการเก็บผลผลิตจากถุงพลาสติก และเมื่อสังเกตเห็นว่า จำนวนดอกเห็ดมีน้อยลง หรือมีแต่ดอกเล็กๆ ให้รีบเด็ดดอกเห็ดดอกเล็กทิ้ง นำขอนไม้ไปวางไว้เช่นเดียวกับการปักไม้ งัดรอน้ำโดยเด็ดขาด ให้ดูแลความสะอาดของขอนไม้ พักไม้ทิ้งไว้ประมาณ 20-25 วันจึงนำมาแช่น้ำใหม่ ทั้งนี้เพราะต้องการให้เชื้อเห็ดพัก หลังจากที่ส่งอาหารไปเลี้ยงดอกเห็ดจำนวนมากแล้ว และเป็นการรักษาเปลือกไม้ไม่ให้ล่อนเร็วด้วย ในการเพาะเห็ดหูหนูถ้าสามารถรักษาเปลือกไม้ไว้ได้นานเท่าที่จะนานได้โดยไม่ให้ล่อนจะให้ผลผลิตสูงกว่าที่ไม่มีเปลือก แต่สำหรับไม้บางชนิดที่เปลือกล่อนหรือหลุดง่าย ต้องรีบแกะเปลือกไม้ทันที โดยสังเกตจากการใช้มือบีบหรือดู ถ้ามีเสียงดังคล้ายเปลือกไม้หลุดให้รีบแกะเปลือกไม้ทันที เพราะถ้าไม่แกะออกเปลือกจะเน่า แล้วทำให้ท่อนไม้ทั้งท่อนเสีย หลังจากแกะเปลือกออกแล้ว ควรนำไปล้างน้ำเอาส่วนที่สกปรกออกทิ้ง อย่าใช้แปรงทองเหลืองขัดเป็นอันตราย เพราะถ้าใช้แปรงขัดแล้ว เวลาไม้แห้งผิวท่อนไม้จะมันเกลี้ยงไม่ดูดความชื้น

ในการเพาะเห็ดหูหนู หลังจากเก็บผลผลิตแล้วควรปักไม้ไว้ก่อน แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกันจนกว่าไม้จะฟู ซึ่งถ้าทำถูกวิธีแล้ว ไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-15 เซนติเมตร ยาว 1 เมตร อาจเก็บผลผลิตได้ประมาณ 6-10 กิโลกรัม ดอกเห็ดที่ได้ก็ไม่แข็งกระด้าง (ภาพที่ 9.22)



ภาพที่ 9.22 ดอกเห็ดหูหนูที่เจริญบนท่อนไม้
ที่มา : อานนท์ (2531)

ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการเพาะเห็ดหูหนูในไม้

1. ดอกเห็ดออกบริเวณเฉพาะจุดที่ใส่เชื้อ สาเหตุจาก

1.1 เชื้อเห็ดยังเดินไม่ทั่วท่อนไม้ จะอยู่เฉพาะบริเวณรอบๆ รู ที่เจาะเท่านั้น ดังนั้นควรตรวจสอบก่อนว่าเชื้อเห็ดเดินทั่วท่อนไม้หรือไม่

1.2 เชื้อเห็ดที่มีอาหารดีเกินไปและเชื้อเห็ดที่ใส่ดีเกินไป ทำให้เชื้อเห็ดไม่ยอมกินในเนื้อไม้

2. ผลผลิตออกน้อย อาจเนื่องมาจาก

2.1 เชื้อเห็ดไม่ยอมเข้าไปในไม้

2.2 เชื้อจุลินทรีย์ทำลายเชื้อเห็ดก่อน ดังนั้น ต้องดูแลถึงความสะอาด

2.3 เชื้อเห็ดอื่นๆ ขึ้นแย่งอาหาร เช่น เห็ดแครง หากเกิดเห็ดชนิดนี้แล้วอย่าเด็ดเป็นอันตราย ปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เน่าไปเอง เพราะถ้าเด็ดแล้วยังเกิดมากขึ้น

2.4 เชื้อโรคอาจเข้าทำลายเชื้อเห็ดให้ตายขณะที่ทำการรดน้ำท่อนไม้ในระยะแรก วิธีแก้คือ ต้องใช้ปูนหรือ ซีเมนต์อย่างดีทำให้สนิทย่ำให้น้ำเข้า-ออกได้

3. เกิดเชื้อราสีขาวและอีกไม่นานจะเป็นสีเหลืองมีกลิ่นคาว เนื่องจากพื้นโรงเรือนสกปรกสะสมเชื้อโรคหรือพื้นโรงเรือนแฉะ ดังนั้น ควรโรยปูนขาวที่พื้นโรงเรือนและรักษาพื้นโรงเรือนให้สะอาด ส่วนท่อนไม้ควรวางบนคอนกรีตบล็อก หรือทำให้สูงกว่าพื้นเล็กน้อย

4. มีวัชเห็ดอย่างอื่นขึ้น เนื่องจากเจาะไม้ในฤดูที่มีการระบาดของเห็ดต่างๆ เหล่านั้นเมื่อมีเห็ดอื่นปนควรแยกออกมาทันที งดรดน้ำ ปล่อยให้แห้งตายเอง

5. เปลือกไม้ล่อนง่าย สาเหตุจาก

5.1 การกระทำอันรุนแรง

5.2 ระยะการเก็บดอกเห็ดนานเกินไปทำให้ไม้เน่าและผุในที่สุด ดังนั้นหากเห็นว่าดอกเห็ดให้ผลผลิตน้อยลงควรพักไม้ทันที

6. เห็ดออกเฉพาะด้านล่าง แสดงว่าความชื้นภายในโรงเรือนไม่พอ

7. มีมด ไร ปลวก มารบกวน อาจแก้ไขโดย ถ้าเป็นมด ให้ใช้ผงซักฟอก ดีเป็นฟองราดบริเวณที่มีมด

การทำเห็ดหนูแห้ง

เห็ดหนูเป็นเห็ดที่มีคุณสมบัติดีกว่าเห็ดอื่นๆ ที่สามารถทำแห้งเก็บไว้ได้นาน ๆ โดยไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอบเลย สำหรับในประเทศไทย การทำเห็ดแห้งโดยใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็เพียงพอแล้ว เห็ดหนูราคาจะสูงหรือต่ำ มีการพิจารณาจากคุณสมบัติ ดังนี้ คือ

1. ดอกค่อนข้างบาง

2. ขนสั้น หรือไม่มีขน

3. สีน้ำตาลค่อนข้างดำ จนออกเป็นเงาเขียวหวั่นเปิด

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการทำให้ดอกเห็ดบางนั้น ควรวางถุงให้ชิดกัน และเก็บดอกเมื่อแก่เต็มที่แล้ว สำหรับสีของดอกขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และความเข้มข้นของแสง ถ้าแสงมากสีดอกจะเข้ม ถ้าแสงน้อยสีดอกจะซีด ส่วนขนจะสั้นหรือยาวขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และกรรมวิธีการดูแลรักษา ถ้าปล่อยให้ถูกลมมากและอากาศเย็นเกินไป จะทำให้ขนยาวมีสีขาวได้

ก่อนที่จะตากแห้งจะต้องตัดเอาก้านเห็ดหนูออกให้หมด ดอกที่ติดกันเป็นกลุ่มก้อน หรือโตเกินไปให้ฉีกออกจากกัน นำไปล้างน้ำให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านที่สร้างสปอร์ตรงข้ามกับก้าน จะต้องล้างออกให้สะอาด ไม่เช่นนั้นแล้วเมื่อแห้งลงจะมีสีขาวคล้ายฝุ่นเกาะจับอยู่ทำให้เสียราคา จากนั้นหมักหรือแช่น้ำไว้อีกประมาณ 1 คืน เพื่อไม่ให้เนื้อดอกเห็ดกระด้างและสีของดอกจะเข้มขึ้น แล้วจึงนำมาตาก อย่างไรก็ตามความต้องการของตลาดบางแห่งต้องการดอกเห็ดมีสีคล้ำ หากเป็นเช่นนั้นผู้ผลิตเห็ดมักนิยมย้อมสีดอกเห็ด โดยใช้สารประกอบธาตุเหล็กไม่มีพิษต่อผู้บริโภค เรียกชื่อว่ายาย้อมเห็ดหนู

วิธีการย้อมใช้ยาย้อมสี 1 ช้อนแกง ต่อน้ำ 10 ลิตร ใส่ลงในน้ำ ยานี้จะทำปฏิกิริยากับน้ำเป็นสีเหลืองอ่อนๆ ประมาณ 5 นาที ก็จะตกตะกอน ส่วนน้ำจะมีสีใสเหมือนเดิม จากนั้นจึงเอาเห็ดลงแช่ประมาณ 5-10 นาที แล้วนำไปแช่น้ำ 1 คืน จึงนำเอาไปตาก บางรายอาจจะแช่ย้อมแล้วเอาไปตากเลย จะมีผลเสียมาก เพราะเห็ดจะกระด้าง และมีรสฝาดตามไปด้วย แต่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หรือวิธีการทำให้ดอกเห็ดมีสีดำตามธรรมชาติ คือนำแช่น้ำพอลมตัว แล้วบรรจุในเชิง 1) ในฤดูร้อนสุ่มไว้ประมาณ 6-8 เซนติเมตร หลังจากสุ่มได้ 2-3 ชั่วโมง จะมีความร้อนเกิดขึ้นแสดงว่าจุลินทรีย์เริ่มหมักให้เกิดสีและกักขุ่นหลุดออกแล้ว 2) ในฤดูหนาวให้ใช้ถุงผ้าหรือพลาสติกคลุมให้ร้อน หลังจากนั้นนำมาล้างน้ำให้สะอาด นำไปตากแห้ง

การตากแห้งที่นิยมกันมากที่สุดคือ ตากด้วยแดดเพราะสะดวก ง่าย ประหยัดกว่าวิธีอื่นใด

อุปกรณ์การตากที่สำคัญที่สุดคือ ตะแกรงสำหรับใส่เห็ดตาก ควรเป็นตะแกรงลวดตาข่าย หรือพลาสติกตาข่าย ทำเป็นกระบะตะแกรงขนาด 90 x 100 เซนติเมตร ใส่เห็ดสดได้ครั้งละ 2-3 กิโลกรัม นำเอาตะแกรงไปตากแดด โดยวางไว้บนรางไม้ที่สูงจากพื้นดินประมาณ 80-100 เซนติเมตร

ระยะแรกของการตากหากแดดจัดมากๆ ควรมีการกลับดอกเห็ดเพื่อป้องกันเห็ดติดกัน ทุก 1-2 ชั่วโมง แต่เมื่อตากไปแล้ว 1-2 แดด พอดอกเห็ดหมาดๆ แล้ว สามารถนำเห็ดจาก 2 ตะแกรงมารวมเป็นตะแกรงเดียวกันก็ได้ ตากไปประมาณ 3-4 แดด ดอกเห็ดหนูก็จะแห้งพร้อมที่จะเก็บไว้นาน ๆ หรือจำหน่ายได้

เห็ดหนูสด 8-12 กิโลกรัม ตากแห้งได้ 1 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์เห็ด เห็ดพันธุ์หนาทากแห้งได้น้ำหนักดีกว่าเห็ดพันธุ์บาง หรืออาจใช้ตู้อบ ข้อควรจำคือใช้อุณหภูมิ 40-45 องศาเซลเซียส ให้มีอากาศถ่ายเทให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อบนาน 12-14 ชั่วโมง เมื่อเห็นดอกเห็ดแห้งแล้วให้เพิ่มอุณหภูมิเป็น 62-65 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง เห็ดก็จะแห้งพอที่จะนำไปเก็บหรือจำหน่ายได้



เห็ดขอนขาว

อัญชลี (2539) ได้รายงานว่ กรมวิชาการเกษตร ศึกษาการเพาะเลี้ยงเห็ดขอนขาว *Lentinus squarrosulus* โดยมีรายละเอียดตั้งแต่การเตรียมอาหารวุ้น การเตรียมเส้นใยเห็ดจากดอก การเตรียมเชื้อขยายในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง การผลิตก้อนเชื้อ การเปิดดอก การเก็บดอก และการเก็บรักษาดอกเห็ด ดังต่อไปนี้

เห็ดขอนขาว เป็นเห็ดที่ชาวอีสานเรียกเห็ดชนิดหนึ่งที่ชอบขึ้นบนขอนไม้ตระกูล เต็งรัง และไม้มะม่วง เห็ดชนิดนี้จะพบมากในช่วงต้นฝน หรือในช่วงที่ฝนชุก ในภาคกลางเรียกเห็ดชนิดนี้ว่า เห็ดมะม่วง ดอกเห็ดจะเป็นสีขาวนวล หรือครีมกึ่งเหลืองอ่อน ในระยะที่ขอบหมวกดอกยังม้วนงอ เมื่อหงายขึ้นมองไม่เห็นครีบได้ดอก หรือเห็นเป็นบางส่วนในบริเวณที่ครีบติดกับก้านดอก ระยะนี้เหมาะที่จะเก็บมารับประทานที่สุด เมื่อดอกเริ่มแก่ ขอบหมวกดอกจะค่อยๆ คลายออก เผยให้เห็นครีบได้หมวกและหลังจากนั้นขอบหมวกก็จะยกขึ้น ทำให้ดอกคล้ายรูปถ้วยหรือจานก้นลึก ซึ่งเมื่อถึงระยะนี้ดอกจะเหี่ยว ยากต่อการรับประทาน เห็ดขอนขาว เมื่อนำไปประกอบอาหาร จะให้รสชาติหวาน เหนียวเล็กน้อยคล้ายเนื้อสัตว์เป็นที่นิยมกันมากในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตอนบน (ภาพที่ 9.23)



ภาพที่ 9.23 รูปร่างลักษณะของเห็ดขอนขาว

การเตรียมอาหารวุ้นเลี้ยงแม่เชื้อ

สูตรอาหารวุ้น (PDA)

มันฝรั่ง	200 กรัม
น้ำตาลทราย	20 กรัม
วุ้นทำขนม	20 กรัม
น้ำกลั่น (น้ำฝน)	1000 มิลลิลิตร (1 ลิตร)

การเตรียมเส้นใยเห็ดจากดอก (การผลิตเชื้อเห็ดบริสุทธิ์)

นำดอกเห็ดที่ไม่ชำหรือฉ่ำน้ำ และมีลักษณะดีตามความต้องการมาฉีกแบ่งครึ่งเป็น 2 ส่วน โดยพยายามอย่าให้ส่วนที่แบ่งขาดจากกันนั้นสัมผัสกับภาชนะใดๆ ใช้เข็มเย็บปลายแหลมซึ่งฉีกไฟฆ่าเชื้อจนร้อนแดงแล้ว ตัดเนื้อตรงกลางก้านดอกหรือบริเวณเนื้อดอกที่ติดกับก้าน ย้ายลงอาหารวุ้นพีดีเอ แล้วเก็บไว้ในห้องที่สะอาด ปราศจากมดและแมลงประมาณหนึ่งสัปดาห์จะเห็นเส้นใยเห็ดสีขาวเจริญจากเนื้อเยื่อเห็ด ซึ่งจะขยายและนำไปใช้เป็นแม่เชื้อต่อไป ถ้าเส้นใยเป็นสีอื่นหรือสีขาวขุ่น เยิ้มแสดงว่ามีเชื้อราและแบคทีเรียปนเปื้อนเกิดขึ้น ควรจะทิ้งไป

การเตรียมเชื้อขยายในอาหารเมล็ดข้าวฟ่าง

เส้นใยเห็ดในอาหารวุ้นนั้น เรียกว่า **แม่เชื้อ** ไม่นิยมถ่ายไปเลี้ยงในวัสดุเพาะโดยตรง เพราะจะเกิดการปนเปื้อนสูง จะต้องเตรียมอาหารจากเมล็ดข้าวฟ่างหรือธัญพืชอื่นๆ เช่น ข้าวโพดหรือข้าวทกผสมซีลี้อย เพื่อขยายเส้นใยให้ได้ปริมาณมาก ซึ่งเรียกว่า **เชื้อขยาย** ก่อน จึงจะถ่ายเชื้อขยายต่อไปในวัสดุเพาะซึ่งมีวิธีการเตรียมดังนี้ แช่เมล็ดข้าวฟ่างในน้ำทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างอ่อนตัวลง จากนั้นนำไปต้มไฟปานกลางเมื่อเมล็ดข้าวฟ่างเริ่มนุ่ม คือ เมื่อกดเมล็ดให้แตก จะเห็นเนื้อแป้งของเมล็ดรอบนอกใส ส่วนภายในของเมล็ดครึ่งหนึ่งยังขาวขุ่นเป็นแป้งอยู่ก็ใช้ได้ นำขึ้นสรงให้สะอาด น้ำบนตะแกรง เมื่อเย็นกรอกใส่ขวดแบนประมาณหนึ่งในสองหรือสามของขวด จากนั้นปิดจุกล้าลีนำไปนึ่งหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความร้อน 121-125 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 30 นาที

วิธีผลิตก้อนเชื้อ

สูตรวัสดุเพาะ ประกอบด้วย

ซีลี้อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
รำละเอียด	3-5	กิโลกรัม

น้ำตาลทรายละเอียด	3	กิโลกรัม
ดีเกลือ $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.2	กิโลกรัม
ปูนขาว $\text{Ca}(\text{OH})_2$	1	กิโลกรัม

นอกจากซีลี้อย่างพารา อาจใช้ไม้เบญจพรรณอื่นๆ แทนก็ได้ หากเป็นไม้เบญจพรรณ ควรจะหมักทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน โดยนำส่วนผสมมาคลุกเคล้าผสมให้เข้ากันดี ปรับความชื้น ประมาณ 60-65% เมื่อผสมได้ที่แล้ว บรรจุซีลี้อยผสมลงในถุงพลาสติก น้ำหนัก 800-1,000 กรัม ใส่คอขวด จีบพับพลาสติกส่วนที่เหลือให้สม่ำเสมอ รัดด้วยหนังยาง ปิดสำลี ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ หุ้มสำลีไว้อีกชั้นหนึ่ง จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อทันที หลังจากนั้นเมื่ออุณหภูมิถุงเย็นลง ใส่เชื้อเมล็ดข้าวฟ่างทันที ไม่ควรทิ้งไว้เกิน 24 ชั่วโมง จะทำให้อาหารบูด เชื้อเห็ดจะเจริญในอาหารไม่ได้

การนึ่งฆ่าเชื้อ ควรใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เวลา 2-3 ชั่วโมง หากนึ่งด้วย หม้อนึ่งลูกทุ่ง ที่เจาะรู 1 หุน ที่ฝาปิด จะมีวิธีการนึ่งคือ ใส่น้ำให้สูงจากก้นถึง 20 เซนติเมตร วาง ตะแกรงโลหะหรือไม้ให้อยู่เหนือระดับน้ำเล็กน้อย จัดวางเรียงก้อนวัสดุเพาะเห็ดลงไปให้ถุงตั้งขึ้น จะ บรรจุได้ประมาณ 60-70 ถุง ปิดฝาหม้อนึ่งแล้วรัดด้วยเช็มขัด จากนั้นต้มน้ำให้เดือด เมื่อไอน้ำพุ่ง ตรงขึ้นจากรูเจาะที่ฝา จับเวลาให้ได้ 2 ชั่วโมง หากใช้หม้อนึ่งความดันก็ใช้ความดันระหว่าง 15-20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 30 นาที จึงดับไฟแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปใส่เชื้อขยายเมล็ดข้าว ฟ่างถุงละประมาณ 10-15 เมล็ด แล้วนำไปพักบ่มเส้นใยเจริญในโรงเรือนที่ร่ม อากาศถ่ายเทสะดวก เป็นเวลาประมาณ 28-38 วัน เมื่อเส้นใยเริ่มแก่จะเห็นว่าเริ่มสร้างสีน้ำตาลบนผิววัสดุเพาะหรือมีเส้นใย หนาๆ มาออกตัวกันที่ปากถุง เมื่อเป็นเช่นนี้ 2-3% ให้นำไปเปิดดอกในโรงเรือนเปิดดอกได้

วิธีการเปิดดอกและโรงเรือนเปิดดอก

การเปิดดอก

ใช้มีดคมๆ กรีดพลาสติกกรอบๆ บ่าถุงออกเรียกว่า **ตัดบ่า** แล้วนำไปวางซ้อนบนชั้นตัวเอ การ เรียงไม่ควรให้สูงเกิน 1.5 เมตร เพราะความชื้นและความเย็นจากพื้นโรงเรือนจะขึ้นไปไม่ถึง และยัง สะดวกต่อการเก็บดอก ภายในโรงเรือนควรรักษาความชื้นไว้ที่ 70-90% โดยการรดน้ำ ระวังอย่าให้ น้ำเข้าไปขังในก้อนเชื้อ จะเป็นเหตุให้ก้อนเชื้อเน่าเสียเร็ว อุณหภูมิในการเกิดดอก ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส การดูแลจะคล้ายกับเห็ดในตระกูลนางฟ้านางรม

โรงเรือนเปิดดอก

โรงเรือนจะใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น ไม้ แฝก หญ้าคา เป็นต้น จะต้องเก็บความชื้นได้ดี ระบบการถ่ายเทอากาศสะดวก ง่ายต่อการทำความสะอาด ส่วนพื้นโรงเรือนควรใช้วัสดุที่เก็บความชื้นได้ดี เช่น ทราย โรงเรือนที่นิยมมีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร ที่ผนังด้านยาวมีหน้าต่างด้านละหนึ่งบานขนาด 0.45×0.65 เมตร ที่หน้าจั่วมีร่องระบายอากาศ ขนาด 0.4×0.6 เมตร โรงเรือนด้านในบุด้วยพลาสติก ด้านนอกมุงด้วยแฝก โรงเรือนควรอยู่ใต้ร่มไม้ หรือใช้ซาแลนตาถี่ บังแสงด้านในโรงเรือนไม่ให้แสงแดดส่องลงโดยตรง เนื่องจากเหตุนี้อุณหภูมิอากาศร้อนขึ้นในฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 20°C เกษตรกรในภาคอีสานจะขุดเป็นห้องใต้ดินเพื่อบ่มเชื้อและเปิดดอกในนั้น เป็นห้องเล็กๆ ขนาด 2×2 เมตร มีบันไดไม้พาดสำหรับเดินลงไป ส่วนเหนือพื้นดิน 0.5 เมตร ทำหลังคาพลาสติกปิดคลุมไว้เว้นช่องระบายอากาศเล็กน้อย ดินจะช่วยเก็บความร้อนทำให้เห็ดออกดอกสม่ำเสมอไม่พักตัวเนื่องจากอากาศเย็น

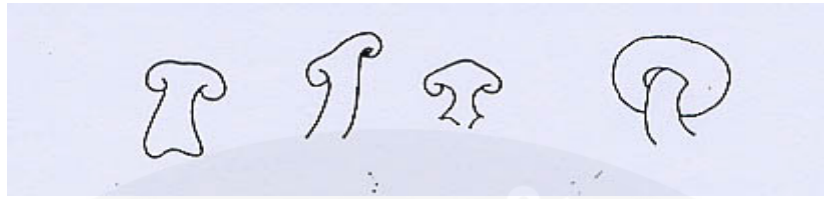
การเก็บดอกเห็ดขอนขาว

การเก็บดอกเห็ดขอนขาวเกษตรกรจะต้องหมั่นเก็บบ่อยๆ เหมือนเห็ดฟาง เนื่องจากดอกเห็ดขอนขาวเจริญเร็วมาก ควรเก็บในเวลา เช้า บ่าย และค่ำ ซึ่งผลผลิตในช่วงหลังจะเก็บไว้ในตู้เย็นแล้วนำไปขายรวมกับผลผลิตที่เก็บในช่วงเช้า ดอกเห็ดในระยะที่ 1 และ 2 จะเหมาะที่สุดสำหรับการนำไปบริโภคและขายได้ราคาสูงกว่าดอกระยะที่ 2 และ 3 การนำไปปรุงอาหารควรตัดส่วนโคนก้านที่เหนียวออกบ้าง (ภาพที่ 9.24)

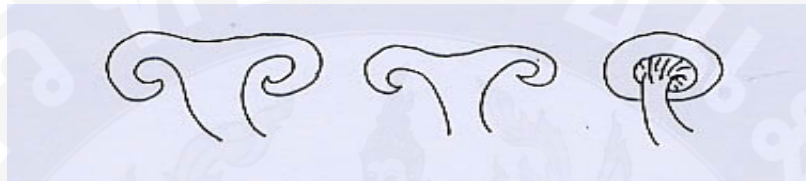
การเก็บรักษาดอกเห็ด

ควรจะเก็บไว้ในที่ร่มเย็น ป้องกันไม่ให้ดอกจมน้ำจะเน่าเร็ว วิธีง่ายที่สุดคือห่อด้วยกระดาษหรือในถุงกระดาษและเก็บไว้ในช่องแช่แข็ง หากบรรจุในถุงพลาสติกก็ควรเจาะรูให้อากาศระบายออกจะได้เก็บไว้ได้ประมาณ 1 สัปดาห์ หรือจะถนอมไว้โดยต้มกับน้ำเกลือ 3% บรรจุในขวดแก้วที่สะอาด ทั้งไว้ให้เย็นแล้วเก็บไว้ในตู้เย็นช่องใต้ช่องน้ำแข็งจะยืดอายุการเก็บได้นานยิ่งขึ้น

ระยะที่ 1 ยังมองไม่เห็นครีปได้หมวก



ระยะที่ 2 ปลายขอบหมวกจะเริ่มคลี่ออกจะเห็นครีปได้หมวก บริเวณที่ติดกับก้าน



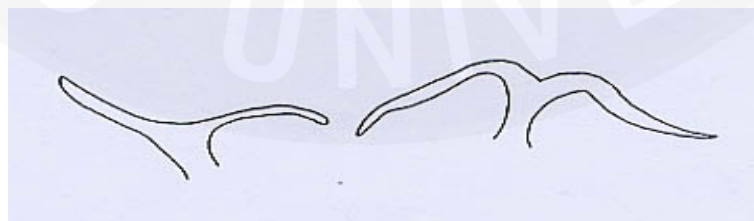
ระยะที่ 3 ปลายขอบหมวกเริ่มขยายออกไป แต่ขอบหมวกยังม้วนปิดครีปดอกได้หมวกบางส่วน



ระยะที่ 4 ปลายขอบหมวกจะคลี่บานออกเป็นเส้นโค้ง หรือตรง ระยะนี้เมื่อคว่ำดอกดูจะเห็นครีปได้หมวกชัดเจนทั้งหมด



ระยะที่ 5 ดอกบานเต็มที่ ปลายขอบหมวกชี้ตรง งอขึ้นหรือลงเล็กน้อย



ภาพที่ 9.24 ระยะการเจริญเติบโตของดอกเห็ดขอนขาว

ที่มา : อัญชลี (2539)

เห็ดหลินจือ

ความสำคัญและประโยชน์

เห็ดหลินจือ หรือ เห็ดหมื่นปี เป็นสมุนไพรที่หายาก มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมอยู่ในป่าเขาของประเทศจีน ปัจจุบันสามารถเพาะเลี้ยงได้ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย และได้เป็นกิจกรรมหนึ่งของโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ประกอบด้วยงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ งานวิจัย โรงเพาะเห็ด และโรงผลิตน้ำเห็ดหลินจือรสน้ำผึ้งบรรจุกระป๋อง รวมทั้งการผลิตเห็ดผ่านเป็นแผ่นบรรจุของ ใช้บริโภคเพื่อการบำรุงร่างกาย

ตลอดระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา มีนักวิชาการหลายประเทศได้ทำการวิจัยเห็ดหลินจือ อย่างกว้างขวาง มีเอกสารวิชาการที่เผยแพร่ออกมาจำนวนมาก ทั้งด้านการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สารออกฤทธิ์ สรรพคุณทางยา มีการทดลองในห้องปฏิบัติการและรายงานเชิงสถิติทางการแพทย์ในการรักษาโรค ซึ่งพบว่ามีฤทธิ์ต่อต้านมะเร็ง การเสริมสร้างภูมิคุ้มกันโรค การรักษาอาการแพ้ การบำรุงตับ การกำจัดพิษ การรักษาโรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน การลดไขมันในเลือด การบรรเทาปวด ลดการอักเสบ ไปจนกระทั่งการชะลอความแก่ โดยเฉพาะการตรวจสอบทางพิษวิทยาพบว่าเห็ดหลินจือมีความปลอดภัย ไม่มีอันตรายต่อร่างกายแต่อย่างใด

องค์กรต่างๆ ในประเทศไทยให้ความสนใจศึกษา ทั้งสถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ คณะแพทยศาสตร์ต่าง ๆ และทางองค์การเภสัชกรรม ได้ผลิตเป็นยาเม็ดสำเร็จรูปเพื่อสะดวกในการบริโภค ศูนย์ความร่วมมือทางการแพทย์ไทย-จีน กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขได้ให้การสนับสนุนในการประสานงานให้มีพัฒนาการทางวิชาการของเห็ดหลินจือ ตามหลักวิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ ส่งเสริมศึกษาวิจัยอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ การสนับสนุนการใช้สมุนไพรเพื่อส่งเสริมและทดแทนการใช้ยาแผนปัจจุบัน เป็นการช่วยลดดุลการนำเข้ายาจากต่างประเทศ

อย่างไรก็ตาม เห็ดหลินจือเป็นเพียงส่วนหนึ่งในพืชสมุนไพรหลายอย่างที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่สามารถที่จะรักษาอาการป่วยได้ทุกโรค การใช้จึงควรใช้วิจารณญาณ มีเหตุผล มีความรู้ความเข้าใจสรรพคุณและวิธีการใช้ ควรได้รับการตรวจวินิจฉัยโรคอย่างถูกต้อง และติดตามผลอย่างใกล้ชิด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ป่วย หรือผู้บริโภคอย่างแท้จริง (สุรพล และชวลิต, 2539)

ลักษณะทางชีววิทยาและสัณฐานวิทยาของเห็ดหลินจือ

เห็ดหลินจือเป็นราขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในอาณาจักรรา ไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงไม่สามารถสังเคราะห์อาหารจากแสงแดดได้เหมือนพืชทั่วไป ดำรงชีวิตโดยการได้รับสารอาหารจากสิ่งแวดล้อมซึ่งมักเป็นซากพืช เช่น ขอนไม้ เห็ดจะปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยสลายวัสดุรองรับที่เป็นอาหาร แล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์ วัสดุรองรับตามธรรมชาติ หรือวัสดุเพาะเลี้ยง จึงมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต

การจำแนกเห็ดหลินจือ

ชื่อไทย เห็ดหลินจือ เห็ดหัวงู เห็ดนางกวัก เห็ดขอนไม้ เห็ดอมตะ เห็ดแลคเกอร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ganoderma lucidum* (Leys.ex Fr.) Karst.

ชื่อสามัญอังกฤษ Ling Zhi, Holy mushroom, Mannentake (10,000 years mushroom), Lacquered mushroom

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Aphyllophorales

Family Ganodermataceae (Polyporaceae)

Genus *Ganoderma*

Specie *lucidum*

สัณฐานวิทยา

สาริต (2539) ได้กล่าวถึงเห็ดหลินจือว่า เป็นเห็ดที่ไม่เหมือนกับเห็ดที่คนทั่วไปรู้จักอยู่แต่เดิม เพราะไม่มีครีบได้หมวกดอกเหมือนเห็ดที่พบในตลาดทั่วไป ลักษณะโครงสร้างของดอกแข็งแรง ก้านและหลังดอกที่ถูกน้ำฝนชะล้างจะเป็นเงามันเหมือนเคลือบด้วยแลคเกอร์ ดอกที่เกิดใหม่จะมีลักษณะเป็นแท่งชูขึ้น ปลายหน่อจะมีสีขาวหม่น

ดอกเห็ดจะเจริญเติบโตขนานไปกับพื้นโลก เมื่อดอกโตจะแผ่ออกมีรูปร่างคล้ายรูปไตของคน ดอกอ่อนจะมีขอบนอกเป็นสีขาว แล้วค่อย ๆ เหลืองเข้ามาด้านในจนเป็นสีน้ำตาลและสีน้ำตาลแดงในที่สุด

ก้านดอกจะอยู่กลางดอก หรือด้านข้างของดอก และบางครั้งอาจไม่มีก้าน ได้หมวกดอกมีรูพรุนเรียงกันอยู่อย่างเป็นระเบียบ เพื่อการปลดปล่อยสปอร์ ดอกอาจเกิดเป็นดอกเดี่ยว หรือเกิดพร้อมกันหลายดอก ขนาดดอกใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับสถานที่เกิดและแหล่งอาหาร

ตามธรรมชาติอาจมีสีได้หมวกเป็นสีขาวหม่น และพบการเกิดของดอกเห็ดตามต้นไม้ ผิวของเปลือกไม้ที่ตายแล้ว หรือตามผิวดินที่มีส่วนของต้นไม้เก่าฝังอยู่ จะเรียกชื่อตามลักษณะรูปร่าง สี สัน และความเชื่อถือที่มีต่อเห็ด จึงมีชื่อหลากหลายไปตามแต่ละท้องถิ่น (ภาพที่ 9.25)



ภาพที่ 9.25 ภาพซ้ายแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของ ขนาดดอก สี ลักษณะรูปร่างในเห็ดสกุล *Ganoderma* ส่วนภาพขวาแสดงการเกิดของเห็ดสกุลนี้ที่บริเวณเปลือกไม้ในธรรมชาติ
ที่มา : สานิต (2539)

การเพาะเห็ดหลินจือ

ศุภนิตย์ (2538) ได้กล่าวถึงเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*) ว่าเป็นที่รู้จักกันดีในประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น และได้หวัน เนื่องจากเชื่อว่าเมื่อบริโภคเห็ดชนิดนี้แล้วสามารถรักษาโรคได้หลายชนิด เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคภูมิแพ้ และโรคมะเร็ง ซึ่งขณะนี้สถาบันการแพทย์ของไทยกำลังดำเนินการวิจัยอย่างจริงจังเพื่อพิสูจน์คุณสมบัติของเห็ดหลินจือในการรักษาโรคดังกล่าว สถาบันมะเร็งแห่งชาติ วิทยุโทรทัศน์การต่อต้านมะเร็งของเห็ดหลินจือ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล วิทยาการ

ต่อต้านมะเร็งในกระดุก และคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี วิจัยฤทธิ์ในการลดคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด

สำหรับเทคนิคการเพาะเห็ดหลินจือให้ได้ผลดีนั้น กลุ่มงานชีววิทยาประยุกต์ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการวิจัยเพาะเลี้ยงเห็ดหลินจือและประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี ผลการวิจัยพบว่า สายพันธุ์จี 2 ให้ผลผลิตสูง คุณภาพดี และสามารถเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี ลักษณะเด่นของเห็ดสายพันธุ์นี้ คือ ดอกวัยอ่อนจะมีสีเหลืองเป็นริ้วสลับกับสีน้ำตาล เมื่อดอกแก่เต็มที่ มีรูปร่างครึ่งวงกลมคล้ายคมขวานโบราณ ด้านบนมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนด้านล่างมีสีเหลืองอ่อนหรือขาว รัศมีของดอกจากส่วนโคนถึงปลายดอกเฉลี่ย 6 เซนติเมตร ความยาวจากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งยาวประมาณ 9 เซนติเมตร และหนา 1 เซนติเมตรโดยเฉลี่ย

สำหรับเทคนิคในการเพาะเลี้ยงเห็ดหลินจือ ทำได้ดังนี้

1. เตรียมอาหารเพาะเห็ด โดยใช้ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณหมักไว้นาน 2 เดือน จำนวน 100 กิโลกรัม ผสมปูนขาว 7 กิโลกรัม ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 2 กิโลกรัม เติมน้ำสะอาด และคลุกเคล้าจนทั่วให้มีความชื้น 60-65% ทดสอบด้วยการบีบอาหารผสมให้แน่นด้วยมือ แล้วคลายออก หากอาหารผสมไม่แฉะ หรือแตกกระจายและยังคงสภาพอยู่ได้ ถือว่าใช้ได้

2. บรรจุอาหารผสมลงถุง ใช้ถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 7 x 13 นิ้ว บรรจุอาหารผสมลงปริมาณ 800-900 กรัมต่อถุง อัดให้แน่นพอประมาณ รวบปากถุง สอดเข้าไปในคอขวดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว และสูง 1 นิ้ว ดึงปากถุงพับลงรัดด้วยยาง ปิดรูในอาหารผสมโดยใช้ไม้แหลมแทงลงตอนกลางจากปากถุงให้เกิดช่องว่างสำหรับใส่เชื้อเห็ด แล้วสวมฝาครอบสำเร็จและฝาปิด

3. ปล่อยให้อาหารหมักเชื้อในหม้อนึ่งชนิดไม่อัดความดันนานประมาณ 2-3 ชั่วโมง หรือหนึ่งในหม้อนึ่งที่อัดความดันนาน 1 ชั่วโมง นับจากไอน้ำเดือด ทิ้งไว้จนเย็น

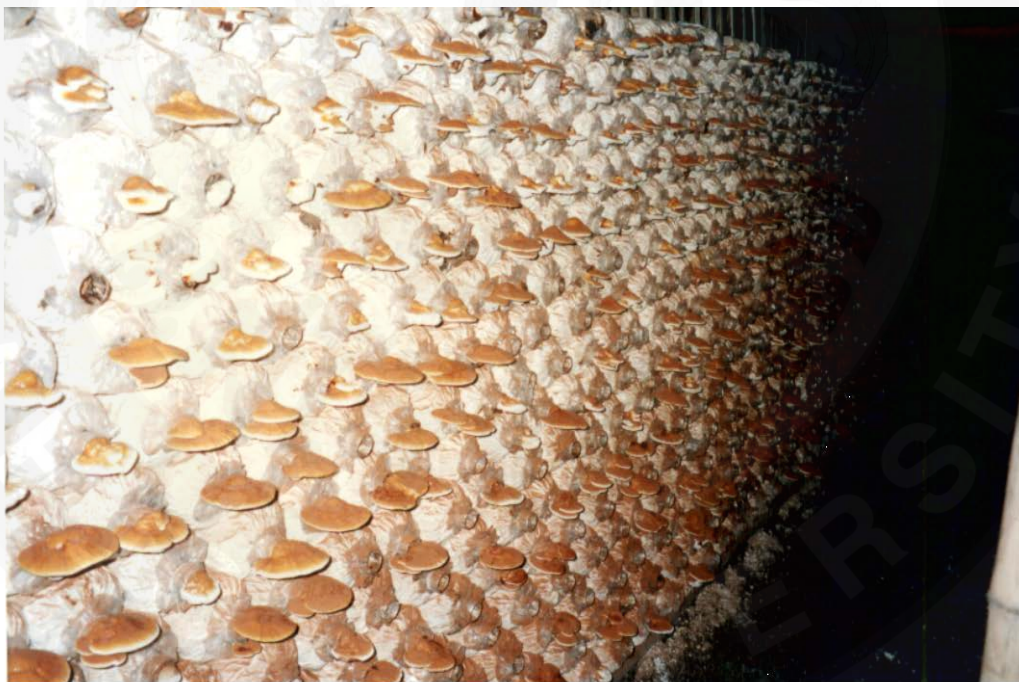
4. นำเชื้อเห็ดใส่ลงถุงอาหาร เปิดฝาครอบถุงอาหารออก นำเชื้อเห็ดจากที่เพาะด้วยเมล็ดข้าวฟ่างบรรจุในขวดแบน ลนปากขวดด้วยไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์ เพื่อทำลายเชื้อโรคอื่น ๆ เทเชื้อที่เจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างจำนวน 15-20 เมล็ด ลงในถุงอาหารที่เปิดรูไว้ รีบปิดฝาครอบไว้ตามเดิม ขณะถ่ายเชื้อเห็ดระวังอย่าให้ลมพัดผ่าน เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนจากเชื้ออื่นได้ แล้วปิดฝาครอบถุงอาหารทันที

5. บ่มถุงอาหารผสมหรือก้อนเชื้อในที่มืดนาน 1 เดือน อาจวางตามแนวตั้งหรือนอนก็ได้ จนเส้นใยเจริญเต็มถุงอาหาร

6. นำถุงอาหารเข้าเก็บในโรงเรือน โดยการวางซ้อนกันในแนวนอน แล้วเปิดฝาครอบปากถุงออก รดน้ำลงบนพื้นโรงเรือน อย่านำน้ำรดดอกเห็ด ภายในโรงเรือนต้องมีอากาศถ่ายเทและมีแสงสว่างส่องถึง เส้นใยจะเปลี่ยนเป็นดอกเห็ดหลังจากเปิดฝาครอบปากถุงแล้วประมาณ 1 เดือน ควรเก็บ

ดอกเห็ดที่แก่เต็มที่แล้วเท่านั้น ระยะนี้ดอกเห็ดจะมีสีน้ำตาลเข้ม ผลผลิตน้ำหนักสดเฉลี่ย 50-100 กรัม ต่อถุง (ภาพที่ 9.26)

7. การทำเห็ดแห้ง ตัดส่วนก้านดอกทิ้งบางส่วน ล้างเห็ดให้สะอาด ทิ้งไว้จนสะเด็ดน้ำ หั่นเป็นชิ้นบางๆ นำไปตากแดด 1 แดด แล้วนำเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หรือ 67 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ส่วนเห็ดหลินจือที่อบด้วยอุณหภูมิ 67 องศาเซลเซียส จะมีกลิ่นหอมขึ้น เนื่องจากที่ระดับอุณหภูมินี้จะทำให้ต่อมน้ำมันในเนื้อเยื่อแตกตัว จากนั้นนำมาผึ่งให้เย็นแล้วบรรจุถุงพลาสติก เก็บไว้บริโภคหรือจำหน่าย ราคาจำหน่ายทั่วไป 50 กรัม ราคา 100 บาท



ภาพที่ 9.26 (บน) เห็ดหลินจือที่ยังไม่แก่พร้อมเก็บเกี่ยว จะมีขอบด้านนอกของดอกเป็นสีขาว (ล่าง) เห็ดหลินจือที่เพาะเลี้ยงในถุงโดยทั่วไปแต่ละดอกจะแก่พร้อมเก็บเกี่ยวได้ ต้องรอให้ผิวด้านบนของดอกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มทั้งดอก ในสภาพฤดูร้อน และฤดูฝน จะใช้เวลาตั้งแต่ออกดอกจนแก่ประมาณ 1 เดือน ต่อ 1 ดอก

ความรู้เกี่ยวกับสรรพคุณเห็ดหลินจือ

สรรพคุณทางยาของเห็ดหลินจือที่ได้มีการศึกษาเพื่อให้ทราบว่า สามารถป้องกันและลดโรคภัยไข้เจ็บ และรูปแบบของการนำมาใช้บำบัดรักษาที่เหมาะสมและให้ประโยชน์สูงสุดแก่ผู้บริโภค มีดังนี้

สารให้สรรพคุณทางยาของเห็ดหลินจือ

การที่เห็ดหลินจือมีสรรพคุณในการรักษาโรคภัยไข้เจ็บได้อย่างกว้างขวาง ทำให้เป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างมาก มีการนำเห็ดชนิดนี้มาศึกษาวิจัยในด้านต่างๆ ที่มีในเห็ดหลินจือพบว่า มีสารสำคัญอยู่หลายกลุ่มที่ทำให้เห็ดหลินจือมีคุณค่าต่อการรักษาโรคต่าง ๆ ได้แก่

1. กลุ่มสารคาร์โบไฮเดรต เช่น ganodarans หรือ สารโพลีแซคคาไรด์ (polysaccharides) มีอยู่หลายชนิดที่มีความสำคัญต่อการรักษาโรค เช่น สารเบต้าดีกลูแคน (beta-D-glucan) ช่วยยับยั้งการเจริญของมะเร็ง ช่วยกระตุ้นการทำงานของเม็ดเลือดขาว ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมในร่างกาย ทำให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยลดภาวะแทรกซ้อนจากการใช้สารเคมี และรังสีรักษาโรคมะเร็งในผู้ป่วย ช่วยลดการอักเสบ สารกาโนเดอร์แรนส์ (ganoderans) ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด (เบาหวาน)

2. สารสเตอรอยด์ (steroids) ตัวอย่างสารที่มีสรรพคุณทางยาที่สำคัญในกลุ่มนี้ คือ สารกาโนโดสเตอโรน (ganodosterone) มีคุณสมบัติช่วยลดพิษที่มีต่อดับ ทำให้ผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับตับมีอาการดีขึ้น

3. กลุ่มสารไตรเทอร์ปีนอยด์ชนิดขม (bitter triterpenoids) สารในกลุ่มนี้มีอยู่หลายชนิดที่มีสรรพคุณทางยาที่สำคัญ เช่น กรดกาโนเดอริก (ganoderic acid) และกรดลูซิเดนิค (lucidenic acid) ซึ่งจะช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ช่วยลดความดันของเลือด ยับยั้งการหลั่งสารฮิสตามีนที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้บางชนิด

4. สารนิวคลีโอไทด์ (nucleotides) สารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการป้องกันการรวมตัวเกล็ดเลือด ทำให้ไม่เกิดการอุดตันในเส้นเลือด โอกาสที่จะเกิดอัมพาตลดลง และยังช่วยบรรเทาความเจ็บปวดด้วย

5. สารเจอร์มาเนียม (Germanium, Ge) สารตัวนี้จะกระตุ้นการทำงานของร่างกายและยังช่วยขจัดสารพิษและสิ่งแปลกปลอมออกจากร่างกายได้

6. สารอื่นๆ

สารเคมีต่างๆ เหล่านี้ ทำให้เห็ดหลินจือมีสรรพคุณที่โดดเด่นและมีราคาแพง

การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เห็ดหลินจือ

เนื่องจากเห็ดหลินจือมีสรรพคุณในการรักษาอาการเจ็บป่วยจากโรคต่าง ๆ ได้หลายชนิด และให้ผลในการรักษาอยู่ในระดับดีพอควร ดังนั้นจึงได้รับความสนใจกันมากและมีการนำมาวางขายอยู่ในท้องตลาดทั่วไป ทั้งในรูปของดอกเห็ดแห้ง ดอกฝานเป็นชิ้นบาง ๆ สปอร์ หรือสารสกัดจากเห็ดที่ทำเป็นผงบรรจุแคปซูล หรืออัดเป็นเม็ด และเห็ดที่อยู่ในรูปแบบอื่น เช่น เครื่องดื่มจากน้ำเห็ดหลินจือ

ผู้บริโภคควรสังเกตอย่างรอบคอบเมื่อจะซื้อผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้เห็ดที่มีคุณภาพ สะอาด และปลอดภัย ดังนี้

ดอกเห็ดแห้ง

ควรเลือกซื้อดอกเห็ดจากฟาร์มเพาะเลี้ยง องค์กรหรือสถาบันที่เป็นที่รับรอง จะได้เห็ดสายพันธุ์งาม มีคุณภาพที่สม่ำเสมอมากกว่าเห็ดที่เก็บมาจากธรรมชาติซึ่งไม่มีการควบคุมพันธุ์และสิ่งแวดล้อมที่เห็ดเจริญเติบโตได้ รวมทั้งอาจมีสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ ด้วย

ควรเลือกดอกเห็ดที่ใหม่ไม่เก่าเก็บเกินไป ดอกแห้งสนิท เลือกดอกเห็ดที่เป็นดอกเดี่ยวลักษณะคล้ายพัด รูปร่างกลมมน ไม่บิดเบี้ยว ขอบหนาและไม่ฝุ่กร่อน ดอกมีสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแดงสม่ำเสมอเป็นมันเงา ใต้ดอกสีขาวนวล หรือสีเหลืองอ่อนหรือแก่ ไม่มีสีเขียวหรือสีดำจากการปนเปื้อนของเชื้อรา ไม่มีร่องรอยมอด แมลง ขอนไช

ดอกเห็ดที่ฝานเป็นชิ้นบาง ๆ

เวลาซื้อควรสังเกตสีของเนื้อเห็ดต้องสม่ำเสมอ ไม่มีกลิ่นอับชื้น ขึ้นเห็ดไม่มีรูของมอดแมลงกิน หรือมีเชื้อราขึ้น ขึ้นเห็ดไม่ควรฝุ่กร่อนง่าย เมื่อชิมจะมีรสขม และควรบรรจุในภาชนะที่สะอาด

แคปซูล

เห็ดที่บรรจุภายในแคปซูล ควรเป็นสารสกัดของเห็ดหรือสปอร์เห็ด ไม่ควรซื้อแคปซูลที่บรรจุเห็ดดิบที่นำมาบดเป็นผงละเอียด เพราะเมื่อรับประทานร่างกายจะไม่สามารถได้รับประโยชน์อะไรนอกจากกาก เพราะร่างกายไม่สามารถสกัดสารออกฤทธิ์จากเนื้อเห็ดได้ และควรเลือกซื้อจากผู้จำหน่ายหรือร้านค้าที่เชื่อถือได้

เห็ดในรูปแบบอื่น ๆ

ได้แก่ น้ำเห็ดหลินจือกระป๋อง และ ชาชงสำเร็จรูป ควรเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากระบุส่วนประกอบ แหล่งผลิตชัดเจน และวันที่หมดอายุ

เห็ดยานางิ

เห็ดยานางิหรือเห็ดโคนญี่ปุ่น ในธรรมชาติจะเจริญได้ดีในท่อนไม้ผุ ในประเทศไทยได้มีการศึกษาเห็ดชนิดนี้มานานแล้ว จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2517 สามารถเพาะเลี้ยงในวัสดุที่เป็นส่วนผสมของฟางข้าวสาลีและเมล็ดข้าวโอ๊ต แล้วเปลี่ยนมาเป็นขี้เลื่อยที่เพิ่มอาหารเสริมที่เห็ดชนิดนี้เจริญได้ดีในเวลาต่อมา เนื่องจากเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี โดยมีลักษณะเนื้อดอกและก้านดอก มีความกรอบแน่น เนื้อคล้ายเห็ดโคน นิยมใช้ประกอบอาหารหลายชนิด สามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นได้นานกว่า 1 สัปดาห์ โดยยังมีความสด รูปร่าง ขนาดน้ำหนัก และสีส่นไม่เปลี่ยนแปลง การเพาะเลี้ยงสามารถทำได้ง่ายเหมือนการเพาะเห็ดถุงทั่วไป และยังเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี จึงมีแนวโน้มว่าจะเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีอนาคตดีอีกชนิดหนึ่ง (อัจฉรา, 2535)

ลักษณะทางชีววิทยาและสัณฐานวิทยา

การจำแนกเห็ดยานางิ (เห็ดโคนญี่ปุ่น)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Pholiota cylindracea*

ชื่อสามัญอังกฤษ Yanagimatsutake

การจำแนกทางพฤกษศาสตร์

Subdivision	Basidiomycotina
Class	Hymenomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales (Agarics)
Family	Strophariaceae
Genus	<i>Pholiota</i>
Specie	<i>cylindracea</i>

สัณฐานวิทยา

หมวกเห็ดมีลักษณะค่อนข้างกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 4-10 เซนติเมตร ดอกเห็ดที่ออกใหม่จะมีลักษณะกลม ขนาดเล็ก ตรงกลางหมวกจะนูนสูงขึ้นมา ดอกมีสีน้ำตาลเข้ม มีเยื่อหุ้มสีขาวอยู่บริเวณใต้หมวก เมื่อดอกเห็ดแก่สีของหมวกจะซีดลงเป็นสีน้ำตาลอ่อน ตรงกลางหมวกที่เคยนูนจะยุบและแบนราบ ขนาดดอกจะขยายใหญ่ขึ้นจนเยื่อหุ้มส่วนล่างใต้ดอกเห็ดจะฉีกขาด แล้วเปลี่ยนแปลงเป็นวงแหวนสีน้ำตาลเข้มติดอยู่ที่ก้านดอกเห็ด เมื่อดอกเห็ดแก่เต็มที่วงแหวนนี้จะเห็นไม่ชัดเจน

สปอร์ที่ครีบกเห็ดมีลักษณะกลมรีเป็นรูปไข่ สีน้ำตาลเข้ม ก้านดอกกลมและค่อนข้างยาว ประมาณ 5-11 เซนติเมตร มีสีขาว แต่จะมีเส้นสีน้ำตาลแทรกอยู่ ดอกอาจเกิดเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มก็ได้ การเก็บเกี่ยวทำได้ง่าย เนื่องจากส่วนรากยึดติดกับวัสดุเพาะเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่ติดแน่นเหมือนเห็ดบางชนิด (ภาพที่ 9.27)



ภาพที่ 9.27 ลักษณะของดอกเห็ดยานางิ

การเพาะเห็ดยานางิ

ขั้นตอนการผลิตทำเช่นเดียวกับการเพาะเห็ดชนิดอื่น คือ 1) การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์และเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวุ้น 2) การทำหัวเชื้อเห็ดในเมล็ดข้าวฟ่าง 3) การทำก้อนเชื้อ และ 4) การทำให้เกิดดอกเห็ด และเก็บเกี่ยวผลผลิต

การแยกเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ และเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวุ้น

เป็นวิธีการเตรียมเชื้อเห็ดบริสุทธิ์โดยใช้เนื้อเยื่อจากดอกเห็ดสด นำมาเลี้ยงให้เจริญบนอาหารวุ้น PDA หรือ PDAY (อาหาร PDA ซึ่งเติมยีสต์ 5 กรัม) ในสภาพปลอดเชื้อ ซึ่งต้องปฏิบัติภายในตู้ถ่ายเชื้อที่ฆ่าเชื้อแล้ว สำหรับดอกเห็ดที่นำมาแยกเชื้อจากเนื้อเยื่อ ควรคัดเลือกจากสายพันธุ์ที่ต้องการ โดยเลือกดอกเห็ดที่มีขนาดใหญ่ แข็งแรง ปราศจากโรคและแมลง ควรเป็นดอกเห็ดที่เก็บมาใหม่ๆ และไม่ถูกน้ำ การเจริญของเส้นใยบนอาหารวุ้นจะเร็วหรือช้าขึ้นกับสายพันธุ์เห็ด สำหรับการเจริญบนจานแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 28 – 30 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน

การทำหัวเชื้อเห็ด

วัสดุที่ใช้ทำหัวเชื้อที่นิยมกันมากที่สุดคือ เมล็ดข้าวฟ่าง โดยนำเมล็ดข้าวฟ่างมาล้างน้ำให้สะอาด และแช่น้ำไว้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง นำไปนึ่งหรือต้มจนกระทั่งเมล็ดข้าวฟ่างประมาณ 15-20% ถ้าเป็นการต้มให้กรองเอาน้ำออกให้หมด โดยใช้กระชอนอลูมิเนียม นำไปผึ่งบนกระดาษพอให้เมล็ดข้าวแห้งหมาดๆ กรอกลงในขวดเหล้าชนิดแบนที่สะอาดและแห้ง ประมาณครึ่งขวด อุดจุกสำลีนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-40 นาที หรือใช้หม้อนึ่งลูกทุ่ง (ไม่อัดความดัน) อุณหภูมิในหม้อนึ่งประมาณ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง หลังจากทิ้งให้เย็นแล้วนำไปเลี้ยงเชื้อเห็ดในสภาวะปลอดเชื้อ โดยใช้เชื้อเห็ดจากอาหารวุ้นเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส เส้นใยเห็ดจะเดินเต็มขวดที่มีเมล็ดข้าวฟ่างหนัก 100 กรัม โดยใช้เวลาประมาณ 12 วัน

การทําก่อนเชื้อ

สำหรับสูตรอาหารผสมที่ใช้ มีดังนี้

สูตรที่ 1	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100	กิโลกรัม
	รำข้าวละเอียด	6	กิโลกรัม
	หินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต)	1	กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.2	กิโลกรัม
	น้ำ	55-65	กิโลกรัม

วัสดุเหล่านี้ผสมให้เข้ากันดี มีความชื้น 55-65% และความเป็นกรด-ด่าง 5-7 สามารถนำไปบรรจุถุงได้เลยโดยไม่ต้องหมักไว้ก่อน

สูตรที่ 2	ฟางข้าวสับขนาด 2 นิ้ว	100	กิโลกรัม
	หินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต)	2	กิโลกรัม
	รำข้าวละเอียด	5-8	กิโลกรัม
	น้ำ	60-65	กิโลกรัม

สูตรนี้ต้องหมักไว้นาน 8-10 วัน โดยต้องกลับกองฟางหมักทุก 2 วัน จนไม่มีกลิ่นแอมโมเนีย ให้มีความชื้น 60-65% การหมักก็ทำเช่นเดียวกับฟางหมักสำหรับเพาะเห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า เห็ดภูฐาน โดยใช้แบบไม่หมักในวันแรก

เมื่อผสมคลุกเคล้าอาหารผสมและน้ำ (สูตรที่ 1) ให้เข้ากัน หรือหมักฟางข้าวและวัสดุอื่นๆ (สูตรที่ 2) อย่างใดอย่างหนึ่งจนเหมาะสมแล้ว นำมาบรรจุลงในถุงพลาสติกทึบร้อนขนาด 7 x 12 นิ้วหนา 0.12 มิลลิเมตร ให้มีน้ำหนักประมาณ 600-800 กรัม ใส่คอขวด จุกสำลี (ไม่ต้องหุ้มกระดาษ) ใช้ฝาครอบพลาสติกปิดจุกสำลีกันเปียก นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อหนึ่งความดันที่ความดัน 15-20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 1-2 ชั่วโมง ถ้าเป็นหม้อหนึ่งแบบลูกทุ่งใช้เวลา 2-3 ชั่วโมง ทั้งไว้ให้เย็นใส่เชื้อจากหัวเชื้อเห็ด โดยเทเมล็ดข้าวฟ่างซึ่งมีเส้นใยเห็ดเจริญคลุมอยู่ลงถุงอาหารผสม ถุงละ 15-20 เมล็ด ในห้องที่ไม่มีลมโกรก และสะอาด (กางมุ้งหรือชิงช้าแรน)

นำไปบ่มไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส จากการทดลองบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 24-26 องศาเซลเซียส เส้นใยเห็ดจะเจริญเต็มถุงอาหารผสมหนัก 800 กรัม โดยใช้เวลา 30 วัน หลังจากเส้นใยเดินเต็มแล้ว ให้พักถุงไว้อีก 15 วัน ก่อนนำไปเปิดดอก

การทำให้เกิดดอกเห็ดและเก็บเกี่ยว

เมื่อเส้นใยเห็ดเดินเต็มถุง สังเกตเห็นสีน้ำตาลเข้ม จึงย้ายก้อนเชื้อไปยังโรงเรือนเปิดดอก ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส และความชื้นต้องไม่ต่ำกว่า 75-8% การเปิดดอกโดยถอด

จากลำลือออก นำถุงก้อนเชื้อมาวางเรียงไว้บนชั้นเพาะในโรงเรือนที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี ในช่วงเช้าและบ่ายควรจะให้น้ำที่ก้อนเชื้อและบริเวณภายในโรงเรือน วันละ 2 ครั้ง เพื่อให้มีความชื้นสม่ำเสมอ

การเก็บดอกเห็ด เริ่มเก็บเมื่อกลุ่มดอกเห็ดโตเต็มที่ ความยาวก้านดอกประมาณ 5-11 เซนติเมตร และหมวกดอกกว้างประมาณ 3-10 เซนติเมตร และที่สำคัญคือ แผ่นเยื่อหุ้มหมวกส่วนล่างยังคงอยู่หรือยังไม่ฉีกขาด สามารถเก็บดอกเห็ดได้ 5-8 ครั้ง ใช้เวลาประมาณ 60-80 วัน จะได้ผลผลิตประมาณ 100-250 กรัมต่อถุง รวมระยะเวลาการเพาะตั้งแต่การเตรียมเชื้อเห็ดบนอาหารวุ้นจนถึงเก็บเกี่ยวแล้วเสร็จประมาณ 130-145 วัน หากได้รับอนุญาตนับเป็นการบานดอกจะช้าลง ก้อนเชื้อเห็ด 600-800 กรัม/ถุง ผลิตได้ 100-250 กรัม/ถุง

ต้นทุนการผลิต

จากการประเมินต้นทุนการผลิตเห็ดยานางิ ของกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร มีดังนี้

ต้นทุนทางตรง

- ค่าซื้อก้อนเชื้อเห็ด 1,000 ก้อน	3,500	บาท
- ค่าแรงงาน (คนละ 80-100 บาทต่อวัน)	600	บาท

ต้นทุนทางอ้อม

- ค่าดิน ค่าเสื่อมโรงเรือน ค่าน้ำ ค่าสารเคมี และอื่นๆ	2,850	บาท
รวม	<u>6,950</u>	บาท

ประมาณการต้นทุนการผลิตและราคาขายผลผลิตเห็ดยานางิ

ผลผลิต (กก./1,000ถุง)	ต้นทุน (บาท/กก.)	กำไร (+)/ขาดทุน(-)/กก. (บาท/กก.)	
		25 บาท/กก.	50 บาท/กก.
100	70.00	- 45.00	- 20.00
150	46.00	- 21.00	+ 4.00
200	35.00	- 8.00	+15.00
250	28.00	- 3.00	+ 22.00
เฉลี่ย 175	44.75	56.00 บาท/กก.	66.75 บาท/กก.

หมายเหตุ แสดงให้เห็นว่า ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ต้นทุนจะลดลง

บทที่ 10

การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการเจริญเติบโต

การเพาะเห็ดที่ต้องการอุณหภูมิต่ำในการเจริญเติบโต ในบทนี้จะกล่าวถึงการเพาะเห็ดต่างตามลำดับ ดังนี้

1. เห็ดหอม
2. เห็ดแชมปิญอง
3. เห็ดเข็มเงิน

เห็ดหอม

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

เห็ดหอมเป็นเห็ดที่มีรสชาติดี นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายและมีราคาแพง เมื่อนำดอกเห็ดมาผึ่งลม หรือตากแห้ง ดอกเห็ดหอมจะมีกลิ่นหอมและรสชาติพิเศษเฉพาะตัว พบการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในประเทศแถบเอเชียตะวันออก ตั้งแต่สาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน ญี่ปุ่น เกาหลี จนถึงประเทศแถบอินโดจีน แต่จะไม่พบในประเทศเขตร้อนและเขตร้อน เห็ดหอมเป็นที่นิยมและรู้จักกันดีมาเป็นเวลานานแล้วในลักษณะของอาหารจีนและญี่ปุ่น คนไทยรู้จักเห็ดชนิดนี้ในรูปของเห็ดแห้งที่นำมาจากต่างประเทศ

ชาวจีนได้เพาะเห็ดหอมมานานประมาณ 800 ปี โดยเพาะเลี้ยงด้วยก้อนไม้ เช่น ไม้ไผ่และเกาลัด และประมาณ 300 ปีที่ผ่านมา ชาวญี่ปุ่นได้พัฒนาวิธีการเพาะเห็ดหอมโดยเริ่มจากเพาะด้วยก้อนไม้ จนในปัจจุบันถือว่าเป็นประโยชน์ที่มีเทคโนโลยีสูงในการเพาะเห็ดหอม สามารถผลิตเห็ดหอมจำหน่ายเป็นสินค้าออกอันดับหนึ่งของโลก รองลงมาได้แก่ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ไต้หวัน และเกาหลี ตามลำดับ

นอกจากจะมีรสชาติที่เป็นที่นิยมบริโภคแล้ว ยังมีคุณค่าทางอาหารไม่ด้อยไปกว่าเห็ดชนิดอื่น ในตารางที่ 10.1 แสดงถึงคุณค่าทางอาหารของเห็ดหอมทั้งในรูปเห็ดสด และเห็ดแห้ง

ตารางที่ 10.1 ส่วนประกอบของธาตุอาหารของเห็ดหอม

ส่วนประกอบ	เห็ดสด(%)	เห็ดแห้ง(%)
ความชื้น	91.8	15.8
โปรตีน	13.4	10.3
ไขมัน	4.9	1.9
คาร์โบไฮเดรต	78.0	82.3
เยื่อใย	7.3	6.5
เถ้า	3.7	5.5
ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุ (มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม)		
Thiamine	7.8	0.4
Riboflavin	4.9	0.9
Niacine	54.9	11.9
Ascorbic acid	-	-
Ca	98.0	12.0
P	476.0	171.0
Fe	8.5	4.0
Na	61.0	19.0
K	nd	380.0

ที่มา : Oei (1991)

นอกจากนี้ยังมีคุณค่าทางด้านเภสัช ในเห็ดหอมมีสารประกอบที่มีสรรพคุณด้านเภสัชอยู่หลายชนิด การบริโภคเห็ดหอมจึงช่วยป้องกันโรคที่เกิดกับคนได้ เช่น

1. เห็ดหอมประกอบด้วยสาร eritadenin มีคุณสมบัติช่วยลดไขมันในเส้นเลือด (cholesterol) ในคนได้
2. ในเห็ดหอมมีสารพวก lentinan, pachymaran และ carboxyl methylpachymaran สามารถสกัดกั้นการเจริญของเนื้องอก และมีคุณสมบัติต่อต้านโรคมะเร็ง
3. ในเห็ดหอมมีสารต่อต้านเชื้อไวรัส รวมทั้งไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหวัดด้วย

ได้มีการศึกษาและทดลองเพาะเห็ดหอมเพื่อลดการนำเข้าเห็ดหอมจากต่างประเทศ ซึ่งพบว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นอย่างดี โดยเฉพาะทางแถบภาคเหนือ ในระยะแรกมีปัญหาในการส่งเสริม เนื่องจากวัสดุที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมเป็นพวกไม้ก่อกว้างที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่สูงบริเวณป่าต้นน้ำลำธารต้องถูกทำลายไป ต่อมา ได้มีการทดลองเพาะเลี้ยงในถุงพลาสติกเช่นเดียวกับเห็ดนางฟ้านางรม โดยใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุเพาะ ซึ่งเห็ดหอมสามารถเจริญได้ดีให้ผลผลิตเช่นเดียวกับการเพาะในท่อนไม้

ชีววิทยาและสัณฐานวิทยาของเห็ดหอม

การจำแนกเห็ดหอม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Lentinus edodes* (Berk) Singer.

ชื่อสามัญ Shiitake (Shi – i – ta - ke), Black mushroom, Chinese mushroom

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Agaricales (Agarics)

Family Pleurotaceae

Genus *Lentinus*

Specie *edodes*

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. หมวกดอก (cap หรือ pileus)

เป็นส่วนปลายสุดของดอกที่เจริญเติบโตขึ้นไปบนอากาศ หมวกดอกมีลักษณะกลม ผิวหมวกด้านบนจะมีสีน้ำตาล น้ำตาลปนแดง มีขนสีขาวรวมเป็นเกล็ดหยาบๆ ปกคลุมอยู่ทั่วไปในบางพันธุ์ ขนาดของหมวกดอกจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับพันธุ์ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-15 เซนติเมตร แล้วแต่ความสมบูรณ์ของดอกเห็ด เมื่อบานเต็มที่ ตรงกลางของหมวกดอกจะเว้าลงเล็กน้อย เนื้อของหมวกเห็ดมีความหนาเล็กน้อย มีสีขาว มีความแน่นเหนียวกว่าเห็ดชนิดอื่น

2. ครีบดอก (gill หรือ lamella)

มีลักษณะเป็นแผ่นบางสีขาว เรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอก เมื่อดอกเห็ดแก่ ครีบดอกจะมีสีเข้ม

3. สปอร์

สปอร์ของเห็ดหอมมีสีขาว มีขนาดเล็กกว่าสปอร์ของเห็ดฟาง มีขนาดประมาณ 10.62 x 11.25 ไมครอน

4. ก้านดอก (stalk หรือ stipe)

ก้านดอกมีสีขาวถึงสีน้ำตาลอ่อน แต่หากสัมผัสอากาศจะมีสีเข้ม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร ก้านดอกจะโค้งงอออกจากท่อนไม้และเหนียวกว่าก้านดอกของเห็ดฟาง

สายพันธุ์เห็ดหอม

เห็ดหอมประกอบด้วยหลายสายพันธุ์ หนังสือ รวมเรื่องการเพาะเห็ดในประเทศไทย (2538) ได้กล่าวถึงสายพันธุ์ของเห็ดหอมญี่ปุ่นว่า สามารถแบ่งออกเป็น 5 พันธุ์ ประกอบด้วย

1. พันธุ์ฮานาดอนโก (Hana Donko) เป็นสายพันธุ์เห็ดหอมที่มีคุณภาพดีที่สุด มีเนื้อของหมวกดอกหนา ขอบหมวกไม่บานออกเมื่อบานเต็มที่ แต่มีข้อจำกัดคือ เห็ดหอมพันธุ์นี้เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ

2. พันธุ์ดอนโก (Donko) มีลักษณะคล้ายสายพันธุ์ฮานาดอนโก แต่ขนาดของหมวกดอกเล็กกว่า เป็นเห็ดหอมที่ชาวจีนนิยมเพาะเพื่อผลิตเป็นดอกเห็ดหอมแห้งจำหน่ายให้กับต่างประเทศ และนิยมบริโภคมากกว่าพันธุ์อื่น เจริญเติบโตในที่อุณหภูมิต่ำเช่นเดียวกับพันธุ์ฮานาดอนโก พันธุ์ดอนโกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

- โจ ดอนโก (Jo Donko) และ
- นามิ ดอนโก (Nami Donko) มีคุณภาพต่ำกว่า โจ ดอนโก

3. พันธุ์โกตซุบิ ดอนโก (Kotsubu Donko) มีลักษณะดอกเหมือนพันธุ์ดอนโก แต่ขนาดของหมวกดอกเล็กกว่า

4. พันธุ์โกชิน (Koshin) เป็นพันธุ์เห็ดหอมที่มีหมวกบางกว่าพันธุ์อื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ หมวกดอกจะบานออกทั้งหมดและมีราคาถูกกว่า พันธุ์เห็ดหอมที่เพาะได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์โกชิน แบ่งออกเป็น 2 ชั้นคุณภาพ คือ

- พันธุ์โจ โกชิน (Jo Koshin)
- พันธุ์นามิ โกชิน (Nami Koshin) เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพรองลงมา

5. พันธุ์โกโก (Ko Ko) มีลักษณะดอกคล้ายพันธุ์โกชิน แต่รสชาติคล้ายพันธุ์ดอนโก จึงเป็นพันธุ์เห็ดหอมที่ได้รับความนิยมแพร่หลายมาก

ในทางการค้าทั่วไปแบ่งชนิดเห็ดหอมออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ดอนโกและโกชิน

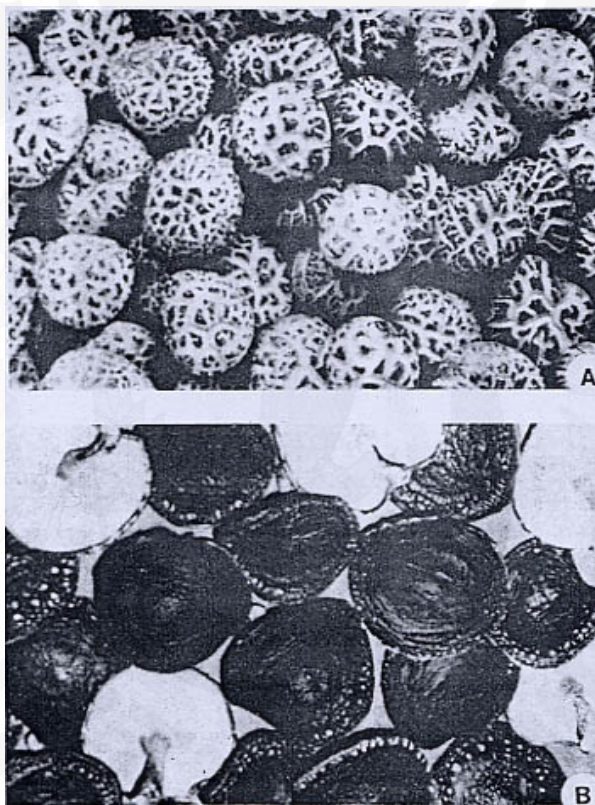
กลุ่มดอนโก

เป็นพันธุ์เห็ดหอมที่เจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีอากาศเย็นจัด อุณหภูมิต่ำ (ต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส) เห็ดหอมชนิดนี้เจริญได้ช้ามาก มีดอกเห็ดสวยงามและมีราคาแพง ดอกเห็ดที่ทำให้แห้งแล้วมีรอยแตกกระแหว่งเป็นสีขาว ดอกเห็ดหนามีสีน้ำตาลเข้ม ก้านดอกสั้น มีกลิ่นหอม การเก็บดอกจะเก็บระยะที่หมวกดอกยังไม่คลี่ ค่อนข้างตูม การเพาะเห็ดหอมสายพันธุ์นี้ไม่ต้องให้น้ำ อาศัยเพียงน้ำฝนและความชื้นในอากาศเท่านั้น โดยเฉพาะช่วงที่เกิดดอกเห็ดจะไม่มีการให้น้ำโดยเด็ดขาด หากได้รับ

ความชื้นมากเกินไป เมื่อนำดอกเห็ดไปตากแห้ง ดอกเห็ดจะเกิดการยุบตัวและย่น ทำให้มีคุณภาพด้อยลงและราคาถูกลง

กลุ่มโกชิน

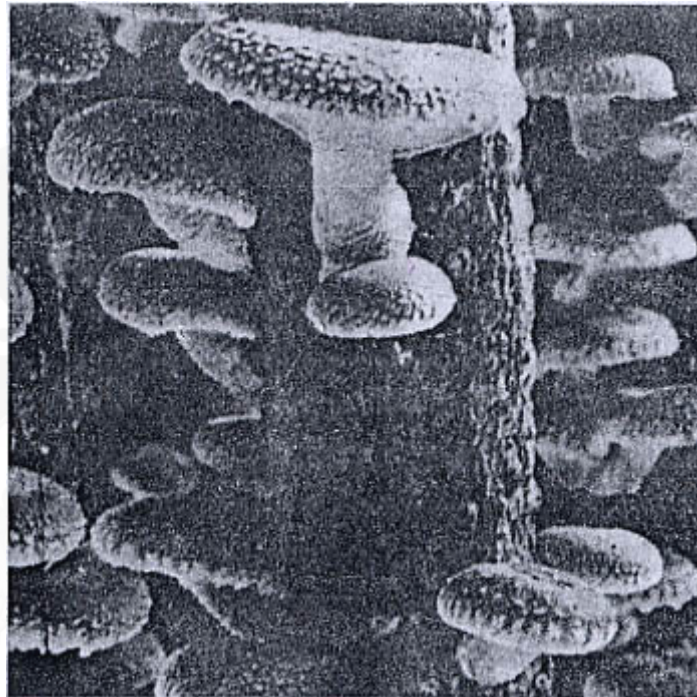
ต้องการอุณหภูมิในการเจริญเติบโตสูงกว่า (ประมาณ 8-18 องศาเซลเซียส) เนื้อของหมวกดอกบาง ขอบหมวกบานออก ดอกเห็ดที่ตากแห้งมีหมวกดอกเรียบ ไม่มีรอยแตก ราคาถูกกว่ากลุ่มแรก และสามารถเพาะในถุงพลาสติกได้ (ภาพที่ 10.1)



ภาพที่ 10.1 รูปร่างลักษณะของเห็ดหอมแห้ง (A) พันธุ์ Donko (B) พันธุ์ Koshin
ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

เห็ดหอมโดยทั่วไป มีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับเห็ดในอันดับ Agarics แต่จะมีขนรวมเป็นเกล็ดหยาบๆ (scale) สีขาวปกคลุมอยู่ทั่วไปอยู่บนผิวหมวกเห็ดด้านบน ขนละเอียดที่ปกคลุมอยู่นี้จะค่อยๆ หายไปเมื่อนำดอกเห็ดมาผึ่งลมหรือตากแห้ง ดอกเห็ดมีสีน้ำตาล เมื่อบานเต็มที่ตรงกลางจะเว้าลงเล็กน้อย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ดประมาณ 5-10 เซนติเมตร แล้วแต่ความสมบูรณ์ของเห็ด เนื้อหมวกเห็ดหนาเล็กน้อยและมีสีขาว ครีบหมวกเห็ดมีสีขาวเรียงเป็นรัศมีรอบก้านดอกซึ่งอาจจะอยู่

กึ่งกลางดอก ก้านดอกมีสีน้ำตาลอ่อน กว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร มีเนื้อละเอียดแน่นและเหนียว กว่าเห็ดฟาง (ภาพที่ 10.2)



ภาพที่ 10.2 รูปร่างของเห็ดหอมแสดงให้เห็นเกล็ดสีขาวที่ผิวหมวกเห็ด
ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

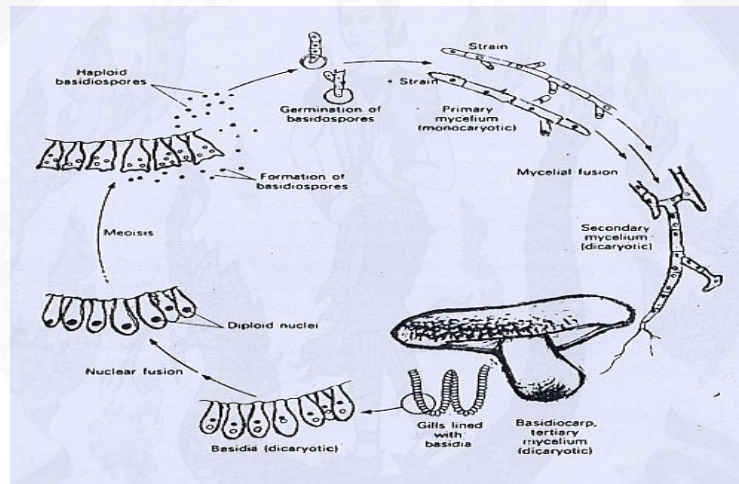
วงจรชีวิตของเห็ดหอม

เห็ดหอมมีวงจรชีวิตแบบ Heterothallic life cycle โดยดอกเห็ดหอมเมื่อเจริญเต็มที่สร้างสปอร์เรียกว่า basidiospore ที่มีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว (haploid, n) สปอร์ที่ปลิวไปตกอยู่ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมจะงอกเส้นใยออกมา เส้นใยที่งอกออกมาจะมีการแบ่งเซลล์แบบ mitosis และยังคงมีจำนวนโครโมโซมเป็นชุดเดียวอยู่ เส้นใยที่งอกออกมาจากสปอร์เหล่านี้เรียกว่าเส้นใยขั้นที่ 1 (primary mycelium) เมื่อเจริญแล้ว มีการรวมตัวของเส้นใยที่เข้ากันได้จากต่างสปอร์กันเป็นเส้นใยขั้นที่ 2

ต่อจากนั้น จะมีการรวมกันของเส้นใยที่เข้ากันได้ (compatible) จากเส้นใยต่างสปอร์กัน การรวมตัวกันของเส้นใยจะเกิดขึ้นโดยผนังเส้นใยจะเชื่อมต่อกัน แล้วไซโทพลาสซึมในเซลล์จะไหลรวมเข้ากัน เส้นใยที่เกิดขึ้นใหม่จะมีนิวเคลียส 2 อันต่อ 1 เซลล์ นิวเคลียสทั้งสองไม่รวมกัน (รวมเฉพาะไซโทพลาสซึม) เรียกเส้นใยนี้ว่าเส้นใยขั้นที่ 2 หรือ Secondary mycelium เส้นใยขั้นที่ 2 จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและมีการสร้าง clamp connection เชื่อมต่อระหว่างเซลล์

ต่อมาเส้นใยขั้นที่ 2 จะขยายปริมาณเพิ่มมากขึ้น และรวมกลุ่มกันเป็นก้อนเรียกเส้นใยในระยะนี้ว่าเส้นใยขั้นที่ 3 หรือ tertiary mycelium การสะสมอาหารจะมีมากขึ้นจนเส้นใยพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด

เมื่อดอกเห็ดพัฒนาจนถึงระยะแก่จะสร้างฐาน หรือ basidium ที่บริเวณครีบเป็นรูปกระบอก นิวเคลียสใน basidium จะรวมตัวกันมีจำนวนโครโมโซมเป็น diploid หรือ $2n$ แล้วนิวเคลียสจะแบ่งตัวแบบ meiosis ลดจำนวนโครโมโซมลงเหลือครึ่งหนึ่ง ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงเป็น haploid หรือ n เป็น 4 นิวเคลียส ฐานเบสิเดียมจะสร้างก้านชูสปอร์หรือ sterigma 4 อัน ที่นิวเคลียสทั้ง 4 อัน จะเคลื่อนไปอยู่ที่ส่วนปลายของสเตอริกมา ถือเป็นระยะการพัฒนากลายเป็นเบสิดีโอสปอร์ (basidiospore) จำนวน 4 อัน สปอร์เหล่านี้จะถูกปล่อยออกไป แล้วพัฒนาเป็นเส้นใยเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมเหมาะสม หมุนเวียนเป็นวงจรชีวิตเช่นนี้ต่อไป (ภาพที่ 10.3)



ภาพที่ 10.3 วงจรชีวิตของเห็ดหอมเป็นแบบ Heterothallic life cycle เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโต จะมีการสร้าง basidiospore ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นชุดเดียว(n) สปอร์จะออกเป็นเส้นใยขั้นที่ 1 จะมีการรวมตัวเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 โดยเส้นใยที่เจริญมาจากสปอร์อื่นรวมตัวกันเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 แล้วพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดในที่สุด

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

สภาพแวดล้อมที่เห็ดหอมต้องการ

อุณหภูมิ

เห็ดหอมจัดเป็นเห็ดที่ต้องการอากาศเย็นและความชื้นสูง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสการเจริญของจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียสเส้นใยจะชะงักการเจริญเติบโต อุณหภูมิจึงเป็นข้อจำกัดเขตพื้นที่การผลิตเห็ดหอมในประเทศไทย ซึ่งพบว่าการผลิตเป็นจำนวนมากในบริเวณภาคเหนือที่มีอุณหภูมิต่ำ

แสง

แสงมีผลทั้งทางบวกและลบต่อการเจริญของเห็ดหอม ในทางบวกจะเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเจริญของดอกเห็ด ส่วนทางลบจะไปชะงักการเจริญของเส้นใยได้ ความเข้มแสง (light intensity) ในอัตราต่ำประมาณ $10^{-2} - 10^{-4}$ lux จะกระตุ้นการพัฒนากายของดอกเห็ด ความเข้มแสงที่เหมาะสมที่สุดคือที่ 10 lux ความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมต่อการพัฒนากายของดอกเห็ด อยู่ระหว่าง 370-420 nm แสงมากช่วยในการสร้างครีบดอกและสปอร์ และแสงน้อยหรือในระดับต่ำจะช่วยในการสร้างหมวกดอกของเห็ดหอม

ความเป็นกรด-ด่าง

สภาพความเป็นกรด - ด่างของอาหารที่ใช้เพาะให้มีการเจริญของเส้นใย ควรมี pH 5-6 ส่วนในการเจริญของดอกเห็ดควรอยู่ระหว่าง 3.5 - 4.5

อาหารของเห็ดหอม

อาหารที่เห็ดหอมใช้ในการเจริญเติบโต แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. คาร์บอนและไนโตรเจน แหล่งอาหารประเภทคาร์บอนเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเส้นใย ได้แก่ monosaccharides, oligosaccharides และ Polysaccharides ในอัตรา 3 – 5% ของอาหารเหลวที่ใช้เลี้ยงเส้นใย สำหรับอาหารประเภทไนโตรเจนที่ใช้เลี้ยงเส้นใย ได้แก่ peptone, α -amino acid, ยูเรีย และเกลือแอมโมเนียม เช่น ใช้แอมโมเนียมซัลเฟต 0.03% เพื่อให้เส้นใยเห็ดเจริญเติบโต และใช้ไนโตรเจนไม่เกิน 0.02% เพื่อให้ดอกเห็ดเจริญเติบโต

2. แร่ธาตุและไทอามีน (minerals and thiamine) ใช้ Mn, Fe และ Zn ในอัตราส่วน 2 ppm เร่งการเจริญของเส้นใย และควรเพิ่ม Mg, S, P และ K ในสูตรอาหารด้วยและหากเพิ่มไทอามีนในอัตราส่วน 100 ไมโครกรัมต่อลิตร เส้นใยของเห็ดหอมจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

ขั้นตอนการผลิตเห็ดหอม

การผลิตหัวเชื้อเห็ดหอมใช้วิธีการผลิตคล้ายคลึงการผลิตหัวเชื้อเห็ดนางรม นางฟ้าและเป่าฮื้อ มีขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อโดยสรุป ดังนี้

การผลิตเชื้อเห็ดบริสุทธิ์

ได้จากการเพาะเลี้ยงสปอร์ หรือการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของเห็ดหอม บนอาหารวุ้น PDA หรืออาหารเหลว (liquid media)

การผลิตหัวเชื้อเห็ด

การผลิตหัวเชื้อหรือ การขยายเชื้อในเมล็ดธัญพืช นิยมใช้เมล็ดข้าวฟ่างเพื่อเป็นอาหารแก่เส้นใยเห็ดหอมให้มีปริมาณมากขึ้น โดยเชื้อเห็ดหอมลงในขวดข้าวฟ่าง เส้นใยเห็ดหอมจะเจริญบนเมล็ดข้าวฟ่างในเวลาประมาณ 30 วัน

การเพาะเห็ดหอม

การเพาะเห็ดหอมหรือการผลิตเห็ดหอม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีการ คือ การเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติก (cultivation on plastic bags) กับ การเพาะเห็ดหอมในท่อนไม้ (cultivation on wood logs)

การเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติก

การเพาะเห็ดหอมในถุงพลาสติกประสบความสำเร็จมาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2521 เป็นวิธีการเลียนแบบธรรมชาติ โดยไม่ต้องใช้ท่อนไม้หรือใช้ไม้ที่ควรสงวนและรักษา ช่วยแก้ปัญหาการนำไม้ก่อกมาใช้เพาะเห็ดหอมได้อีกทางหนึ่ง โดยใช้หลักการที่ว่าเห็ดหอมสามารถย่อยเซลลูโลสและลิกนินได้ ขี้เลื่อยถือเป็นวัสดุที่ใกล้เคียงที่สุดจึงถูกนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยง

การเตรียมก้อนเชื้อ

การเตรียมก้อนเชื้อ (การผสมวัสดุ บรรจุ และนึ่งฆ่าเชื้อ) วัสดุเพาะประกอบด้วย

สูตรที่ 1	ขี้เลื่อยไม้มะขาม หรือขี้เลื่อยไม้ยางพารา	100 กิโลกรัม
	รำข้าวละเอียด	5 กิโลกรัม
	น้ำตาลทราย	2 กิโลกรัม
	ดีเกลือ	0.2 กิโลกรัม
	ยิปซัม	0.5 กิโลกรัม
	น้ำหรือความชื้น	55-65%
สูตรที่ 2	ขี้เลื่อย	100 กิโลกรัม
	รำละเอียด	5 กิโลกรัม
	แป้งข้าวเจ้า	2 กิโลกรัม
	น้ำ	65 %
สูตรที่ 3	เพิ่มดีเกลือ 0.2 – 0.5 กิโลกรัม ในสูตรที่ 2	

ผสมวัสดุเพาะและอาหารเสริมทั้งหมดให้เข้ากัน อย่าให้แห้งหรือแฉะ ให้วัสดุพอจับตัวกันได้ เมื่อบีบดูต้องไม่มีหยดน้ำ เมื่อคลายมือออกส่วนผสมต้องไม่แตก่วน บรรจุผสมลงในถุงพลาสติกทึบร้อน อัดให้แน่นพอประมาณถุงละ 0.8-1 กิโลกรัม ใส่คอขวดปิดจุกสำลี หรือฝาครอบกันไอน้ำ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันด้วยไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 30 นาที หรือหม้อนึ่งลูกทุ่งความร้อน 85-100 องศาเซลเซียส นาน 2-4 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

การเชื่อมต่อเชื้อเห็ด

แกะฝาครอบออก เปิดจุกสำลีและใส่เชื้อเห็ด ควรปฏิบัติในบริเวณที่สะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อโรค

การบ่มเชื้อ (การบ่มเส้นใย)

ระยะเวลาในการบ่มเส้นใยประมาณ 3-4 เดือน ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัสดุเพาะที่ใช้เพื่อให้เชื้อเห็ดหรือเส้นใยเจริญอย่างเต็มที่ ควรรักษาอุณหภูมิในระยะนี้ที่ 25 องศาเซลเซียส อาจมีการให้น้ำภายนอกและภายในโรงเรือนที่ส่วนพื้นที่ของบริเวณเพื่อรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 25 องศาเซลเซียส

แสง ช่วยกระตุ้นให้เส้นใยเกิดตุ่มเห็ด สร้างแผ่นสีน้ำตาล และเจริญเป็นดอกเห็ดได้เร็วกว่าที่มีมืด

ความชื้น ในระยะบ่มเส้นใย ต้องการความชื้นในบรรยากาศที่ระดับปกติ 70-80% หลังการบ่มเส้นใย อาจใช้วิธีการกระตุ้นการเกิดดอกด้วยน้ำเย็น โดยแช่ก้อนเชื้อในน้ำเย็นนาน 2 ชั่วโมง หรือทิ้งไว้ 1 คืน เพื่อกระตุ้นการเกิดดอกหรือโดยในช่วงฤดูหนาวที่มีอุณหภูมิต่ำ นำก้อนเชื้อมาแช่น้ำเย็น 10-15 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ก่อนที่จะนำไปกรีดถุงเปิดดอก

การเปิดดอก

หลังจากที่เส้นใยเดินเต็มถุงแล้ว ต้องทิ้งไว้ 1-2 เดือน เพื่อรอให้เส้นใยปรับตัวเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลประมาณ 50% ของก้อน ควรกระตุ้นการเกิดดอกแล้วนำไปกรีดพลาสติกออกให้เหลือเฉพาะส่วนกันถุงประมาณ 1-2 นิ้ว เมื่อก้อนเห็ดสัมผัสกับอากาศจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 70-80% จะเกิดดอกเห็ดขึ้น และอีกประมาณ 7-10 วัน จะเก็บผลผลิตได้

หลังการเก็บผลผลิตรุ่นแรกแล้ว ก้อนเห็ดจะพักตัวประมาณ 15-20 วัน ระยะนี้จะมีการกระตุ้นด้วยความเย็นโดยใช้สปริงเกอร์รดน้ำแบบฝนเทียม 1 วัน 1 ครั้ง (ช่วงนี้ก้อนเห็ดต้องเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากกว่า 70%) หลังจากนั้นถ้าอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมจะให้ผลผลิตรุ่นที่ 2 ให้ทำการกระตุ้นเช่นเดียวกันในการเก็บผลผลิตในรุ่นต่อไป ผลผลิตในรุ่นที่ 1 และ 2 ดอกเห็ดมักจะไม่ค่อยสมบูรณ์ แต่หลังจากรุ่นที่ 3 แล้วดอกจะสมบูรณ์ดี

ผลผลิตดอกเห็ดสดจะได้ 50-400 กรัม ต่อก้อนเชื้อ 0.5-1 กิโลกรัม ขึ้นอยู่กับการดูแลเอาใจใส่ และเทคนิควิธีการของผู้เพาะเห็ด

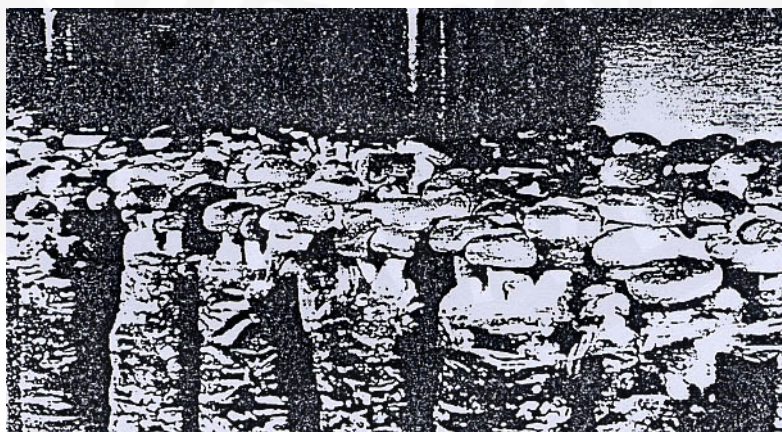
ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่ต้องปฏิบัติในระหว่างการให้ดอก คือการรักษาอุณหภูมิให้เหมาะสม ประมาณ 24-30 องศาเซลเซียส การรักษาความชื้นที่ระดับ 70-80% หากที่ดอกเห็ดได้รับลมในขณะดอกเห็ดเจริญจะทำให้หมวกเห็ดแตก ควรมีการระบายอากาศเพื่อให้ดอกเห็ดเจริญ และลดการสะสมเชื้อโรค หากมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะทำให้เห็ดมีก้านดอกยาว และหมวกเห็ดไม่เจริญ หรือมีลักษณะผิดปกติ ในด้านของแสงนั้น หากมีแสงที่เหมาะสมหมวกเห็ดจะมีสีเข้มไม่ซีดจาง (ตารางที่ 10.2)

ตารางที่ 10.2 สรุปขั้นตอนการปฏิบัติและระดับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เห็ดหอมต้องการ

ระยะการเจริญเติบโต (stage/activity)	จำนวน (วัน)	อุณหภูมิ (°C)	ความเข้มแสง (Light intensity) (lux)	ความชื้น (Humidity) (%)
ระยะบ่มเชื้อ (incubation)	30 - 120	20-30	ไม่ต้องการแสง	50
ชักนำให้ออกดอก (induction)	2 - 4	10-20	500-1,000	85-95
การเกิดดอก (fruiting)	7 - 14	12-18	500-1,000	60-80
พักตัว (rest)	7 - 21	20-30	ไม่ต้องการแสง	65-70
ชักนำให้ออกดอก	2 - 4	10-20	500-1,000	85-98

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ควรเก็บดอกเห็ดขณะที่หมวกเห็ดยังไม่บานเต็มที่ ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดต้องการ ควรลดการให้น้ำก่อนเก็บผลผลิตเพราะจะเน่าเสียหายง่ายหากมีความชื้นในดอกเห็ดสูง การยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้น สามารถทำได้โดยบรรจุในถุงพลาสติกเก็บในตู้เย็นได้นาน 3-4 สัปดาห์ (ภาพที่ 10.4)



ภาพที่ 10.4 ดอกเห็ดหอมพร้อมเก็บเกี่ยวผลผลิต

ที่มา: Oei (1991)

การเพาะเห็ดหอมในท่อนไม้

การเตรียมท่อนไม้

ไม้ที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดหอมคือ ไม้ก่อเดี่ยว (*Castanopsis acuminatissima*) และไม้ก่อแป้น (*Quercus indica*) ที่อยู่ในกลุ่มไม้โอ๊ค เนื่องจากเป็นไม้ในป่าต้นน้ำลำธาร จึงไม่ควรโค่นล้มทั้งต้น ควรใช้วิธีแต่งกิ่งก้านของลำต้นแล้วนำท่อนไม้มาใช้ จะเป็นการรักษาป่าต้นน้ำลำธารให้คงอยู่ต่อไปหรือใช้ไม้ชนิดอื่นแทนไม้ก่อได้

ฤดูกาลที่ควรตัดกิ่งเพื่อมาใช้เป็นท่อนไม้เพาะเห็ดหอม ควรเป็นระยะท่อนไม้มีการสะสมอาหารมากที่สุดได้แก่ระยะฤดูใบไม้ผลิ ต้นไม้เริ่มมีการแตกตาและใบใหม่ อาหารสะสมในท่อนไม้จะถูกนำมาใช้ประโยชน์แก่เห็ดหอมได้มากที่สุด ความยาวของท่อนไม้ประมาณ 80-150 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-15 เซนติเมตร และไม่ควรให้เปลือกไม้แตกเสียหาย เพราะจะเป็นทางที่เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้

การเตรียมเชื้อเห็ดหอม

หัวเชื้อที่นำมาใช้นิยมใช้เชื้อเลี้ยงไม้เนื้อแข็ง หากเป็นไม้ในสกุลไม้ก่อจะให้ผลดี หรือใช้เชื้อเลี้ยงไม้อย่างพาราแทน ใช้เชื้อเลี้ยงผสมกับรำละเอียดประมาณ 5-10% แล้วปรับความชื้นให้เหมาะสม นำบรรจุลงในขวดแล้วนึ่งฆ่าเชื้อรอให้ส่วนผสมเย็นลง แล้วเขียนหัวเชื้อเห็ดหอมลงไป และนำไปบ่มในร่มที่อุณหภูมิ 24-28 องศาเซลเซียส ส่วนการเพาะเห็ดหอมในท่อนไม้แบบอุตสาหกรรม มีวิธีทำหัวเชื้อจากเนื้อไม้ซึ่งอยู่ในรูปปลี หรือรูปทรงกระบอกชิ้นเล็กๆ มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร นำชิ้นไม้นึ่งฆ่าเชื้อ เมื่อชิ้นไม้เย็นลงจึงใส่เชื้อเห็ดหอมลงไปเพื่อให้เชื้อเจริญเข้าไปในเนื้อไม้

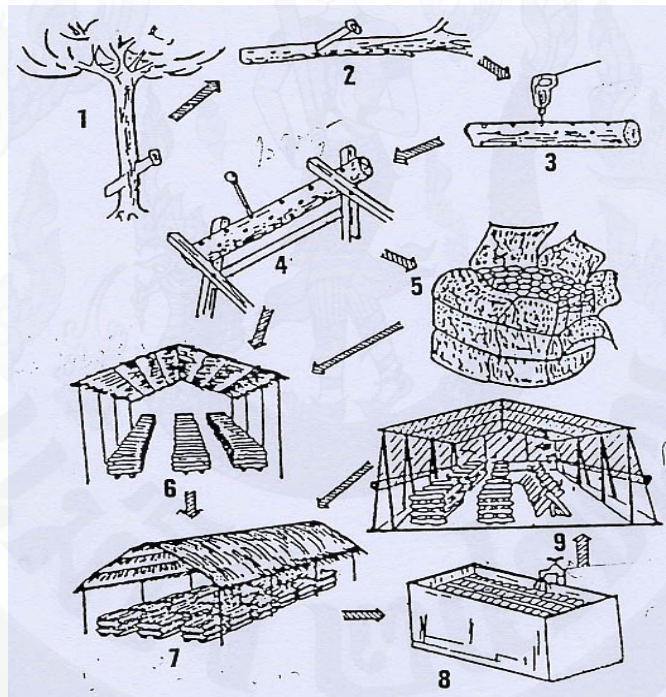
วิธีการเพาะเห็ดหอม

1. นำท่อนไม้มาบ่มไว้ในร่มนาน 30 วัน
2. ใช้สว่านไฟฟ้าขนาด 5 หุน เจาะลงไปในท่อนไม้ลึกประมาณ 1-2 นิ้ว แต่ละรูห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ให้รูที่เจาะสลับฟันปลา แล้วใส่เชื้อเห็ดหอมลงไปให้เต็มพร้อมปิดจุกไม้หรือพลาสติกและใช้ฟองน้ำอุดก้นยาเบาๆ ถ้าใช้หัวเชื้อแบบชิ้นไม้สามารถนำหัวเชื้อดอกเข้าไปในรูได้เลย
3. การบ่มเชื้อในท่อนไม้ ควรนำท่อนไม้ไปบ่มบริเวณลานพักไม้ (laying yard) เพื่อให้เส้นใยเจริญเข้าไปในท่อนไม้ให้ดีเสียก่อน โดยนำท่อนไม้มาวางแบบตั้งตรงหรือวางแบบสี่เหลี่ยมคางหมูก็ได้ บริเวณลานพักไม้ควรมีแสงสว่างรำไร ควรวางท่อนไม้ซ้อนบนอิฐหรือทราย เพื่อไม่ให้ท่อนไม้สัมผัสกับดินโดยตรง อุณหภูมิในการบ่มท่อนไม้ควรอยู่ระหว่าง 24-28 องศาเซลเซียส นาน 8-12 เดือน
4. การบ่มเชื้อจะใช้เวลา 8-12 เดือน เพื่อให้เส้นใยเห็ดหอมเจริญเต็มที่ในท่อนไม้ก่อน จากนั้นจะเป็นการกระตุ้น (induction) เชื้อในท่อนไม้

การทำให้เห็ดหอมออกดอก

การกระตุ้นให้เห็ดหอมออกดอกจะกระทำในช่วงฤดูหนาว และมีอุณหภูมิทั่วไปอยู่ในระดับต่ำระหว่าง 12-20 องศาเซลเซียส มีความชื้นสูงและมีร่มเงา มีการปฏิบัติดังนี้

1. นำท่อนเชื้อเห็ดหอมที่เดินเต็มที่แล้ว แขนในน้ำเย็นอุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เพื่อให้ท่อนเชื้ออึมตัว แล้วนำท่อนเชื้อขึ้นจากน้ำ ใช้ส้อมนทูปหัวท้ายของท่อนเชื้ออย่างแรง 2-3 ครั้ง เพื่อให้หน้าที่เกาะอยู่หลุดออกไปจะช่วยให้อากาศซึมผ่านเข้าไปในท่อนไม้ได้ง่าย
2. นำท่อนไม้เข้าเพาะในลานเพาะเห็ด (raising yard) โดยวางในลักษณะตั้งตรงเรียงเป็นแถว ดอกเห็ดหอมจะออกดอก ระยะนี้ไม่ควรให้น้ำเพราะดอกจะเน่าเสียหายได้
3. เมื่อเก็บผลผลิตรุ่นแรกแล้ว ให้พักท่อนเชื้อไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้เส้นใยเจริญ แล้วทำการกระตุ้นให้เห็ดหอมออกดอก ท่อนเชื้อจะให้ผลผลิตนาน 3-6 ปี (ภาพที่ 10.5)

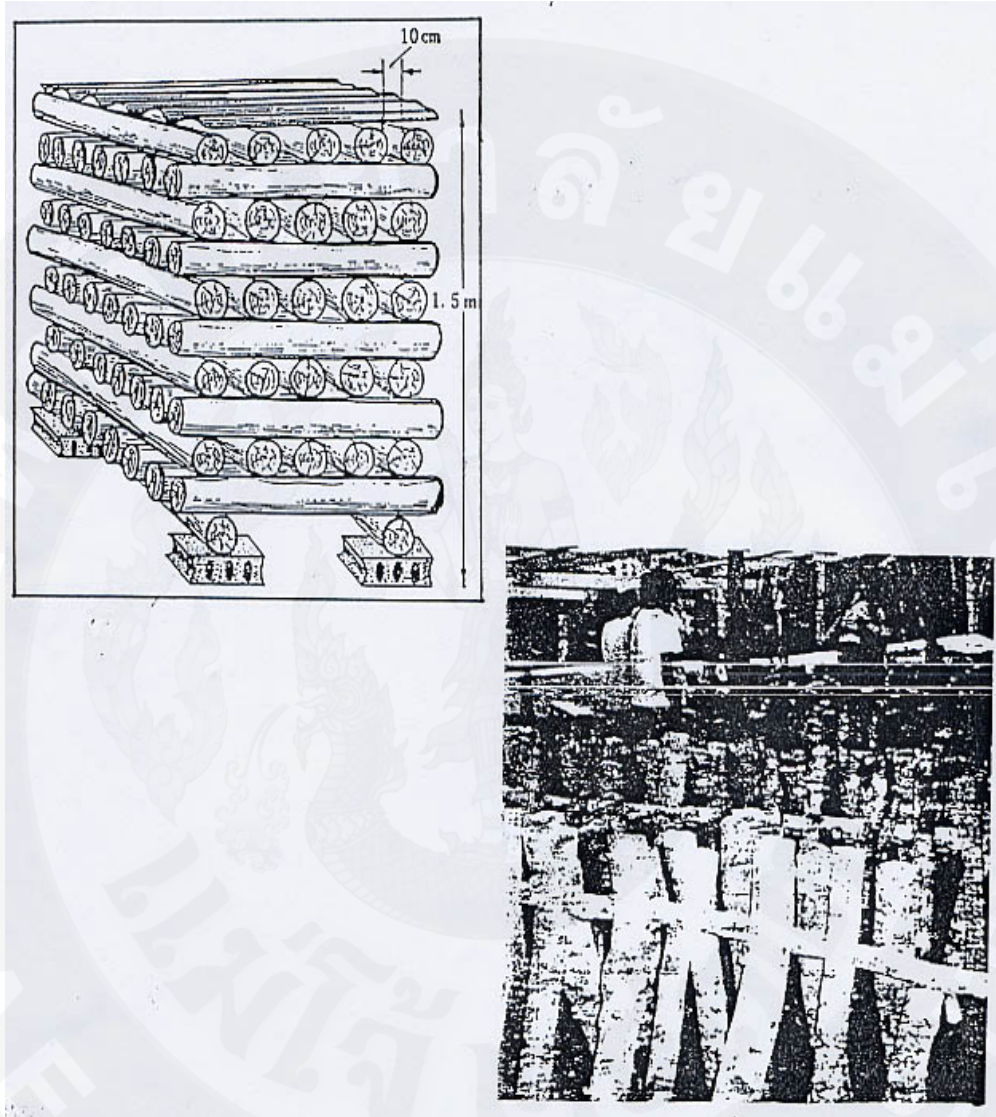


ภาพที่ 10.5 ขั้นตอนการเพาะเห็ดหอมในท่อนไม้

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1. ตัดแต่งกิ่งไม้จากต้น | 6. การบ่มพักไม้ในฤดูอื่น |
| 2. ตัดแต่งท่อนไม้ | 7. การบ่มไม้เพื่อเตรียมออกดอก |
| 3. เจาะรู | และหลังออกดอก |
| 4. ใส่เชื้อเห็ด | 8. การให้น้ำเพื่อกระตุ้นการออกดอก |
| 5. การบ่มพักไม้ในฤดูหนาว | 9. การทำให้เห็ดออกดอก |

ที่มา: รวมเรื่องการเพาะเห็ดในประเทศไทย (2538)

การจัดวางท่อนไม้สามารถจัดวางได้หลายรูปแบบ ในภาพที่ 10.6 เป็นวิธีการวางท่อนไม้แบบ หมอนรถไฟ (บน) และการวางท่อนไม้แบบเผาข้าวหลาม (ล่าง)



ภาพที่ 10.6 วิธีการวางท่อนไม้แบบต่าง ๆ

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

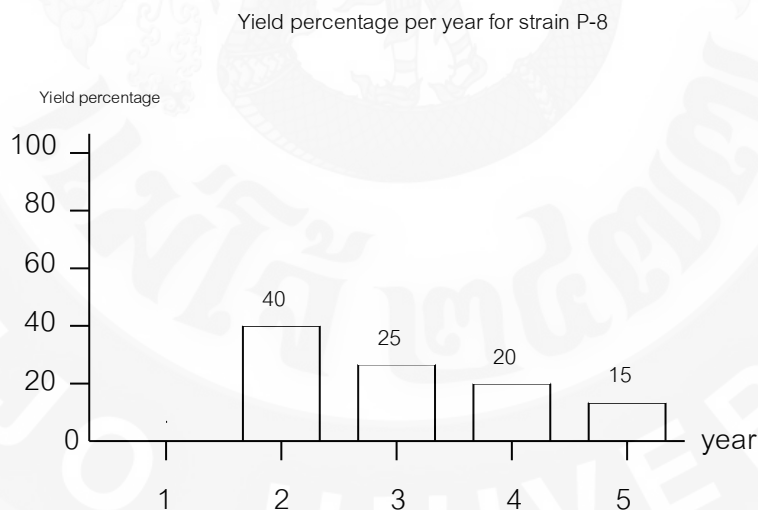
ดอกเห็ดหอมจะทยอยให้ผลผลิต และสามารถเลือกเก็บได้ตามขนาดที่ต้องการ (ภาพที่ 10.7) หลังการเก็บผลผลิตควรมีการพักท่อนไม้ให้เส้นใยเห็ดเจริญ และรอการกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ด



ภาพที่ 10.7 ดอกเห็ดหอมจากการเพาะเลี้ยงในท่อนไม้

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

ผลผลิตของเห็ดหอมที่เพาะเลี้ยงในท่อนไม้จะลดลงตามระยะเวลา ในภาพที่ 9.19 แสดงให้เห็นว่าผลผลิตของเห็ดหอมสายพันธุ์ P-8 (Oei, 1991) ให้ผลผลิตสูงสุดถึง 40% ในปีที่ 2 แล้วจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ



ภาพที่ 10.8 ผลผลิตในแต่ละปีของเห็ดหอมสายพันธุ์ P – 8

ที่มา : Oei (1991)

การทำเห็ดหอมแห้ง

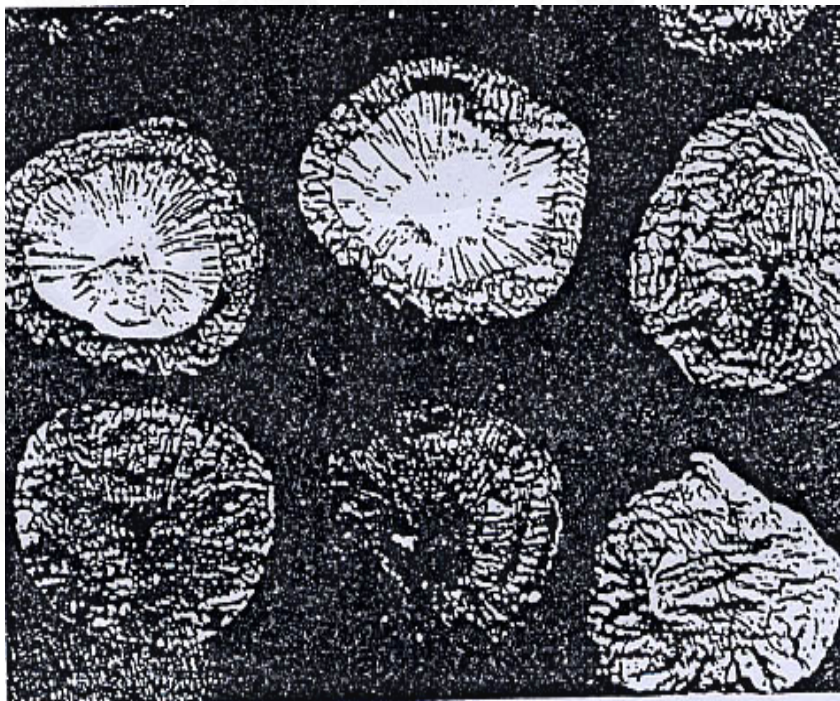
สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

การตากแห้ง

นำเห็ดหอมมาตากไว้ในที่มีแดดจนกว่าจะแห้งสนิท ควรหลีกเลี่ยงการตากในที่แดดจัดเกินไป เพราะจะทำให้ดอกเห็ดไหม้เกรียม และควรคว่ำดอกเห็ดให้ครีbsdอยู่ด้านล่างเพื่อป้องกันครีbsdมีสีคล้ำ การตากเป็นวิธีลดความชื้นในดอกเห็ดอย่างรวดเร็ว ทำให้ดอกเห็ดยุบตัวมาก เมื่อแห้งสนิทแล้วเก็บในภาชนะที่กันความชื้น เพราะอาจมีเชื้อราเกิดขึ้นภายหลังได้

การอบแห้ง

ใช้ลมร้อนค่อยๆ ลดความชื้นภายในดอกเห็ด จะทำให้เห็ดแห้งมีคุณภาพดีกว่าวิธีการแรก การอบใช้อุณหภูมิเริ่มต้นประมาณ 30 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิขึ้นครั้งละ 1-2 องศาเซลเซียส ทุก 1 ชั่วโมง จนถึง 50 องศาเซลเซียส แล้วเพิ่มเป็น 60 องศาเซลเซียส และรักษาระดับอุณหภูมินี้ไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อเพิ่มรสชาติ กลิ่น และทำให้ดอกเห็ดหอมมีลักษณะเป็นเงาสวยงาม (ภาพที่ 10.9)



ภาพที่ 10.9 เห็ดหอมที่ผ่านการอบแห้ง

ที่มา : Oei (1991)

ปัญหาในการเพาะเลี้ยงเห็ดหอม

การเพาะเลี้ยงเห็ดหอมมักพบปัญหาที่ทำให้เกิดความเสียหายและผลผลิตลดลงได้ ปัญหาที่พบทั่วไปเกิดจาก

เชื้อรา

ปัญหาในการเพาะเลี้ยงเห็ดหอมจากเชื้อรา ได้แก่ ราดำ ราเขียว และราเมือก เป็นศัตรูทำลายเห็ดหอมในก้อนเชื้อและท่อนไม้ เชื้อราเหล่านี้เจริญได้ดีในที่อับชื้น อากาศถ่ายเทไม่สะดวก จึงต้องระวังรักษาโรงเรือนให้สะอาด

เชื้อโรคที่มีลักษณะคล้ายไวรัส

เชื้อโรคที่มีลักษณะคล้ายไวรัส (virus-like particle) อาจแพร่ระบาดเข้าทำลายเส้นใยเห็ดหอมได้ ตั้งแต่การเลี้ยงเชื้อเห็ดบนอาหารร่วน หากตรวจเจอพบต้องคัดทิ้งเพื่อป้องกันการแพร่ระบาด

เห็ดราอื่น ๆ ที่เจริญเติบโตแข่งขันกับเห็ดหอม

นอกจากเชื้อราและเชื้อโรคที่มีลักษณะคล้ายไวรัสดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังอาจพบเห็ดราอื่น ๆ ที่เจริญเติบโตแข่งขันกับเห็ดหอม

นอกจากนั้นยังมีแมลงศัตรูเห็ดที่ผู้เพาะเลี้ยงต้องหมั่นสังเกต ซึ่งหากพบควรรีบกำจัดทิ้งทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ก่อนที่จะมีผลเสียหายอย่างร้ายแรงเกิดขึ้น

เห็ดแชมปิยอง

เห็ดแชมปิยองหรือเห็ดกระดุมเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง เริ่มมีการเพาะในประเทศฝรั่งเศสก่อนเมื่อ 300 ปีที่ผ่านมา ต่อมาได้มีการแพร่ขยายการเพาะเห็ดชนิดนี้ออกไปทั่วโลก ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่มีการผลิตเห็ดชนิดนี้มากที่สุด แต่ประเทศจีนและไต้หวันจัดเป็นประเทศที่ส่งเห็ดแชมปิยองสดขายเป็นสินค้าออกมากที่สุด ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีการผลิตเห็ดแชมปิยองมากนัก และมีการส่งเห็ดแชมปิยองเป็นสินค้านำเข้าประมาณ 400 ตันต่อปี การเพาะเห็ดแชมปิยองในประเทศไทยเริ่มต้นเมื่อปลายปี พ.ศ.2513 โดยบริษัทเอกชนได้จ้างผู้เชี่ยวชาญมาเพาะเห็ดแชมปิยองที่จังหวัดเชียงใหม่เป็นผลสำเร็จ แต่ผลผลิตของเห็ดยังไม่ดีเท่าที่ควร ต่อมาได้มีการปรับปรุงเทคนิควิธีการเพาะและขยายการเพาะเห็ดชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสภาพภูมิอากาศทางภาคเหนือของประเทศเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดชนิดนี้มาก ประกอบกับวัสดุที่ใช้ในการเพาะได้แก่ ฟางข้าว ไม้ไผ่ และแรงงาน ฯลฯ มีอย่างมากมายและราคาถูก จึงทำให้การเพาะเห็ดแชมปิยองในประเทศไทยได้เปรียบกว่าต่างประเทศมาก เป็นที่เชื่อได้ว่า ในอนาคตอันใกล้นี้ หากมีการส่งเสริมการเพาะเห็ดแชมปิยองอย่างจริงจังแล้ว ประเทศไทยจะเป็นแหล่งสำคัญแหล่งหนึ่งในการผลิตเห็ดแชมปิยอง ซึ่งจะช่วยประหยัดเงินตราในการสั่งซื้อเห็ดแชมปิยองจากต่างประเทศ และสามารถส่งเห็ดแชมปิยองเป็นสินค้าออกทำรายได้เข้าสู่ประเทศต่อไป (ปัญญา และ กิตติพงษ์, 2538)

แม้ว่านักวิชาการสามารถที่จะปรับปรุงพันธุ์เห็ดแชมปิยองจนได้พันธุ์ที่ทนร้อน แต่สภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตเห็ดแชมปิยองคือ พื้นที่ทางแถบภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากมีสภาพเหมาะสมต่อการเพาะเห็ดแชมปิยองหลายประการ คือ

1. สภาพอุณหภูมิ อุณหภูมิทางแถบภาคเหนือจะลดต่ำลงมากในช่วงปลายเดือนตุลาคม อุณหภูมิจะลดลงเหลือ 21-25 องศาเซลเซียส ช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ด คือช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน ถึง ต้นเดือนกุมภาพันธ์ เพราะอุณหภูมิในช่วงนี้ลดเหลือ 16-18 องศาเซลเซียสเหมาะต่อการพัฒนาการของดอกเห็ดมาก ถึงแม้ว่าอุณหภูมิในช่วงกลางคืนและกลางวันจะแตกต่างกันมากก็ตาม แต่สามารถช่วยได้โดยการฉีดน้ำช่วยในช่วงกลางวัน นอกจากนี้บริเวณพื้นที่บนภูเขาสูงจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าตลอดปี จึงเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการเพาะเห็ดแชมปิยอง
2. วัสดุที่ใช้เพาะ ในพื้นที่แถบจังหวัดภาคเหนือมีการปลูกข้าวเป็นพืชหลักเกือบทุกพื้นที่ จึงทำให้วัสดุหลักที่ใช้ในการเพาะเห็ดแชมปิยองมีเพียงพอ นอกจากนี้วัสดุที่ใช้เป็นอาหารเสริม เช่น มูลสัตว์ รำข้าว ฯลฯ ยังมีราคาถูกและสามารถหาซื้อได้ทั่วไปในท้องตลาด

3. แรงงาน การเพาะเห็ดแชมปิยองจะใช้แรงงานค่อนข้างมาก โดยเฉพาะถ้าจะผลิตในลักษณะโรงงานอุตสาหกรรม สำหรับปัญหาด้านแรงงานประเทศไทยได้เปรียบต่างประเทศมาก เพราะค่าแรงงานถูกกว่า

4. ตลาดและความต้องการเห็ดแชมปิยอง ทั้งภายในและต่างประเทศค่อนข้างสูง จึงไม่มีปัญหาด้านตลาดเหมือนกับเห็ดชนิดอื่น

คุณค่าทางอาหารของเห็ดแชมปิยอง

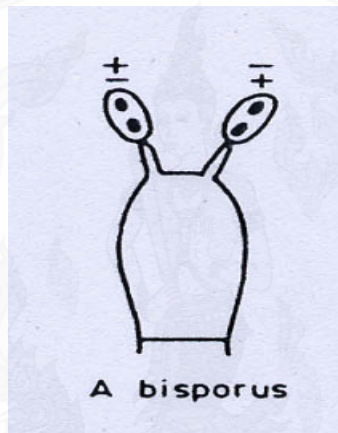
องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารเห็ดแชมปิยองไว้ในปี 1972 พบว่ามีส่วนประกอบ ดังนี้

ส่วนประกอบ (%)	ดอกเห็ดสด	ดอกเห็ดบรรจุกระป๋อง
ความชื้น	88.7	91.6
โปรตีน	23.9	28.6
ไขมัน	8.0	2.4
คาร์โบไฮเดรต	60.1	49.9
เยื่อใย	8.0	8.3
เถ้า	8.0	19.1
พลังงาน (Kcal)	381.0	309.0
thiamine (B ₁)(mg)	8.9	1.0
riboflavin (B ₂)(mg)	3.7	0.2
niacin (mg)	42.5	17.9
ascorbic acid (mg)	26.5	0.0
Ca (mg)	71.0	119.0
P (mg)	912.0	738.0
Fe (mg)	8.8	9.5
Na (mg)	106.0	nd
K (mg)	2,850.0	4,762.0

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

ลักษณะทางชีววิทยาของเห็ดแชมปิญอง

เห็ดแชมปิญองจัดเป็นเห็ดที่อยู่ในสกุล *Agaricus* เนื่องจากลักษณะทั่วไปตามธรรมชาติ เห็ดสกุลนี้มีทั้ง 2 และ 4 สปอร์ ต่อ 1 เบสิเดียม โดยเห็ดแชมปิญองชนิด *bisporus* มี 2 สปอร์ ต่อ 1 เบสิเดียม แต่ละสปอร์มี 2 นิวเคลียส (binucleate spore) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะได้มีการเพาะเห็ด ชนิดนี้กันมานานทำให้เห็ดมีการวิวัฒนาการมากขึ้น จนในที่สุดมีการผลิตสปอร์เป็น 2 และ 4 สปอร์ (ภาพที่ 10.10) สำหรับชนิด *bitorquis* และชนิด *campestris* มี 4 สปอร์ ต่อ 1 เบสิเดียม แต่ละสปอร์มี 1 นิวเคลียส



ภาพที่ 10.10 เห็ดแชมปิญองชนิด *bisporus* จะสร้างสปอร์ได้ 2 สปอร์ แต่ละสปอร์มี 2 นิวเคลียส ดังนั้น เพียงสปอร์เดียวจะสามารถพัฒนาเป็นดอกเห็ดได้

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

การจำแนกเห็ดแชมปิญอง (เห็ดกระดุม)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Agaricus bisporus* var. *albida*

ชื่อสามัญ Champignon, button mushroom, white mushroom

Subdivision	Basidiomycotina
Class	Hymenomycetes
Subclass	Holobasidiomycetidae
Order	Agaricales (Agarics)
Family	Agaricaceae
Genus	<i>Agaricus</i>

สัณฐานวิทยาของเห็ดแชมปิญอง

มีลักษณะทั่วไปคล้ายกับเห็ดชนิดอื่นๆ ในสกุล *Agaricus* โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

หมวกดอก

หมวกดอก (cap หรือ pileus) ของเห็ดแชมปิญองมีสีขาว/สีครีม หรือสีน้ำตาล ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์เห็ด ลักษณะของหมวกดอกคล้ายกระดุมโค้งสวยงาม หมวกดอกมีความกว้าง 3-12 เซนติเมตร

ครีبدอก

ครีبدอก (gill หรือ lamella) จะอยู่ใต้หมวกดอก มีลักษณะคล้ายซี่ร่ม ในระยะที่ดอกบานครีبدอกจะมีสีขาว ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นชมพู ที่ครีبدอกจะเป็นแหล่งผลิตสปอร์ (basidium) เต็มไปหมด บนเบซิดีียมจะมีสเตอริกมา (sterigma) หรือก้านชูสปอร์ บนยอดของสเตอริกมาจะเป็นที่อยู่ของเบซิดิโอสปอร์ (basidiospore) ซึ่งตามปกติเห็ดแชมปิญองจะมี 2 และ 4 สปอร์

สปอร์

สปอร์ (basidiospore) ของเห็ดแชมปิญองมีขนาด $6.3 - 8.5 \times 5.0 - 6.8$ ไมครอน มีลักษณะเป็นรูปไข่ ผิวเรียบ สปอร์จะเกิดบน basidia ซึ่งมีขนาด $20 - 28 \times 6.7 - 7.7$ ไมครอน

ก้านดอก

ก้านดอก (stalk หรือ stem) ของเห็ดแชมปิญองจะมีสีขาว มีวงแหวนและไม่มีปลอกหุ้มโคน มีลักษณะคล้ายทรงกระบอก มีความกว้าง 1-1.8 เซนติเมตร และยาว 3-12 เซนติเมตร ที่บริเวณโคนก้านดอกจะมีเส้นใย เรียกว่า rhizomorph ค่อนข้างหนาแน่น

วงแหวน

วงแหวน (ring) มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อติดอยู่กับก้านดอก ซึ่งเกิดจากการบานของดอก ทำให้เนื้อเยื่อระหว่างดอกเห็ดกับก้านดอกฉีกขาดจากกัน



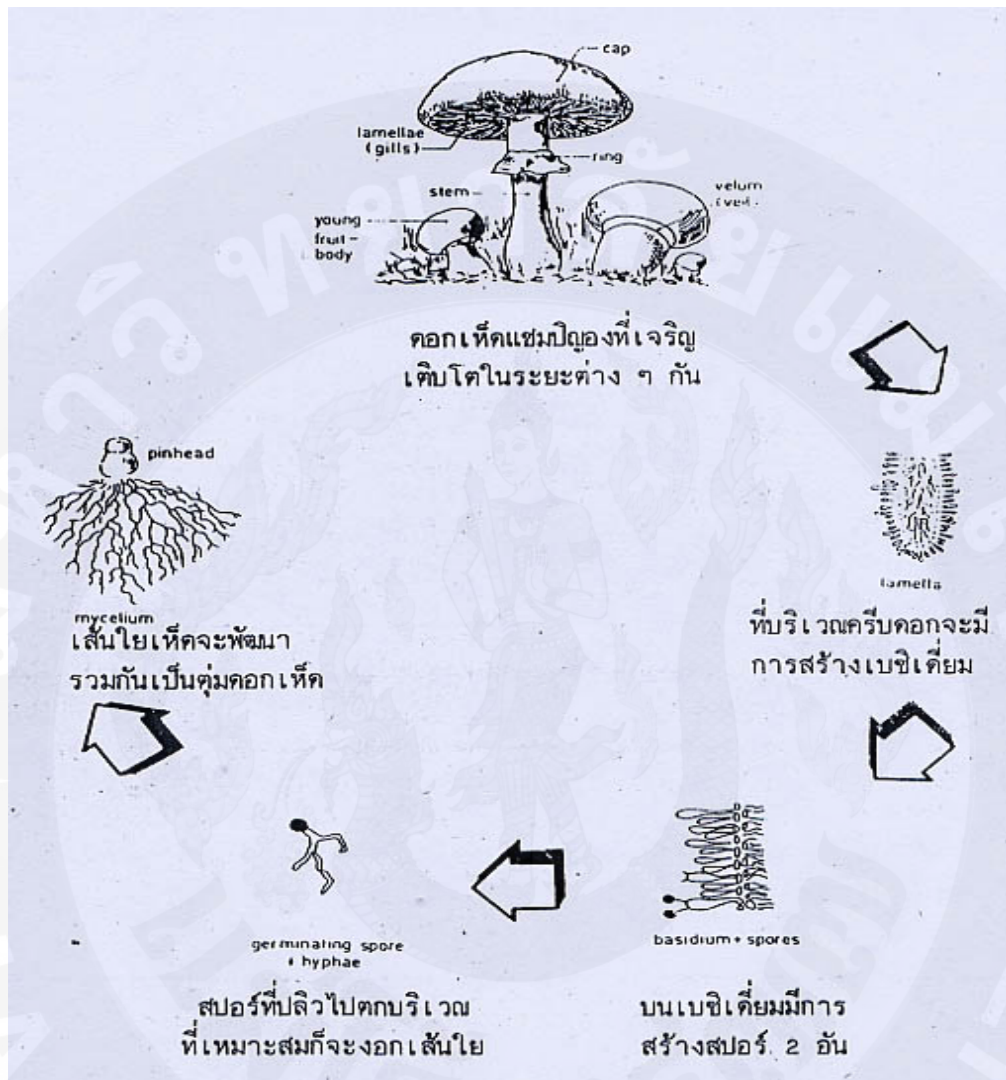
ภาพที่ 10.11 ลักษณะของดอกเห็ดแชมปิญอง

วงจรชีวิตของเห็ดแชมปิญอง

มีวงจรชีวิตแบบ Secondary Homothallic ลักษณะของวงจรชีวิตของเห็ด เป็นดังนี้

1. เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ ที่บริเวณครีbsdอกจะมี basidia เป็นจำนวนมากในระยะแรกครีbsdอกจะมีสีขาว สปอร์เห็ดในระยะนี้ยังอ่อนอยู่และมีสีขาว ต่อมาสปอร์จะเปลี่ยนเป็นสีชมพูแล้วจะถูกปล่อยออกมา สปอร์ในระยะนี้จะมีสีชมพูออกน้ำตาล
2. เมื่อสปอร์เห็ดปลิวไปตกในบริเวณที่เหมาะสมแล้วจะงอกเส้นใยออกมา เส้นใยในระยะนี้มีผนังค่อนข้างหนา มีนิวเคลียส 2 อัน อาจมีการสร้าง secondary spore หรือ chlamydospore จากนั้นเส้นใยเห็ดจะค่อยๆ พัฒนาเป็น primodia หรือหัวเข็มหมุด (pinhead) และกลายเป็นดอกที่เจริญเติบโตเต็มที่ต่อไป
3. ดอกเห็ดเมื่อเจริญเต็มที่ที่ครีbsdอกจะมีแหล่งสร้างสปอร์ (basidiospore) ซึ่งจะมีนิวเคลียส 2 อัน จากนั้นนิวเคลียสจะผสมกัน และมีการแลกเปลี่ยนลักษณะทางพันธุกรรมกัน และมีการแบ่งเซลล์แบบ meiosis ได้สปอร์ 4 อัน แต่จะมีการสร้างเพียง 2 สปอร์ ในแต่ละสปอร์จะมีนิวเคลียส 2 อัน เรียกสปอร์พวกนี้ว่า binucleate spore ดังนั้น ถ้านำสปอร์ของเห็ด

แชมปิญองเพียงอันเดียวไปเพาะเลี้ยง เส้นใยที่พัฒนาจากสปอร์อันนี้สามารถเจริญไปเป็นดอกเห็ดได้โดยไม่ต้องมีการผสมของเส้นใยจากสปอร์อื่น (ภาพที่ 10.12)



ภาพที่ 10.12 ลักษณะวงจรชีวิตของเห็ดแชมปิญอง ซึ่งมีวงจรชีวิตแบบ secondary homothallic

ที่มา : ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538)

การเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดแชมปิญอง

การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดแชมปิญอง จะคล้ายกับการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดนางฟ้านางรม ฯลฯ ซึ่งอาจทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การเพาะเลี้ยงสปอร์

2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3. การต่อเชื้อเส้นใยจากการเพาะเลี้ยงสปอร์

ถ้าเปรียบเทียบกันทั้ง 3 วิธี จะพบว่า การเพาะเลี้ยงสปอร์ของเห็ดแชมปิยอง อาจให้ผลผลิตแตกต่างจากเดิมและพันธุ์ใหม่อาจให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น ส่วนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนั้น ไม่นิยมใช้กันมากนัก เพราะผลผลิตที่ได้จะลดต่ำลง การเลี้ยงเชื้อโดยวิธีต่อเชื้อ หรือต่อเส้นใยเห็ดจากเส้นใยที่ได้จากสปอร์ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป วิธีการนี้ต้องคอยหมั่นตรวจสอบลักษณะการเจริญเติบโตของเส้นใย เส้นใยเห็ดที่เจริญแบบขาวฟูจะเจริญเติบโตช้ากว่าเส้นใยที่เจริญเป็นปกติ การที่เส้นใยที่มีลักษณะขาวเจริญเติบโตช้า ทำให้เสียเวลาและโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ โดยเฉพาะเชื้อไวรัสอาจเจริญปะปนก็ได้ นอกจากนี้ยังให้ผลผลิตต่ำ การที่เส้นใยมีลักษณะขาวฟูนั้น อาจเกิดจากพันธุ์เห็ดและอาหารที่ใช้เลี้ยงเส้นใย

สายพันธุ์ของเห็ดแชมปิยอง

เห็ดแชมปิยองที่เพาะกันทั่วไป ในรูปของการค้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. พันธุ์ดอกสีขาว เห็ดแชมปิยองมีสีขาวบริสุทธิ์ โคนก้านดอกค่อนข้างเล็กและยาว เห็ดแชมปิยองพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี สีขาวและรสชาติดี พันธุ์ดอกสีขาวที่เพาะกันทั่วไป ได้แก่ Snow White, Pure White, Golden White, Silver White, White King, White Queen
2. พันธุ์ดอกสีครีม จัดเป็นพันธุ์ดอกเห็ดที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ดอกใหญ่สีครีม พันธุ์พวกนี้ ได้แก่ Sattons twenty century, Downing town, เบอร์ 49 และ 50
3. พันธุ์ดอกสีน้ำตาล จัดเป็นพันธุ์เห็ดแชมปิยองที่มีเนื้อแน่น กลิ่นหอม ก้านดอกสั้น ผลผลิตสูง และทนร้อนได้ดี เห็ดพันธุ์นี้ก็คือ Best England ซึ่งนิยมเพาะกันมากในประเทศอังกฤษ

การเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดแชมปิยอง

ในการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดแชมปิยอง อาจเพาะเลี้ยงสปอร์ หรือเนื้อเยื่อของเห็ดก็ได้ วิธีการเพาะเลี้ยงเส้นใยเห็ดก็คล้ายกับเห็ดนางรม นางฟ้า ฯลฯ ขั้นตอนในการเลี้ยงเส้นใยมีดังนี้

การเพาะเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวุ้น

การเพาะเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวุ้น ได้มีการทดลองใช้อาหารวุ้นหลายสูตรที่เหมาะสมต่อเห็ดแชมปิยอง ได้แก่

สูตรที่ 1

ข้าวสาลี

125 กรัม

วุ้นทำขนม
น้ำสะอาด

2 เปอร์เซนต์
4 ลิตร

วิธีทำ

1. นำเมล็ดข้าวสาลี 125 กรัม มาต้มกับน้ำสะอาด 4 ลิตร เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
2. ปล่อยให้ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง จึงแยกเอาน้ำออกจากเมล็ดข้าวสาลี
3. นำน้ำสกัดข้าวสาลีมาต้ม พร้อมกับใส่วุ้นทำขนมประมาณ 2 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก

สูตรที่ 2

กลูโคส	10 กรัม
ดีเกลือ ($\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)	0.5 กรัม
KH_2PO_4	1.9 กรัม
วุ้นทำขนม	20 กรัม
น้ำ	1 ลิตร

วิธีทำ

1. นำส่วนผสมมาต้มกับน้ำจำนวน 1 ลิตร จนส่วนผสมละลายดีแล้ว จึงเติมอาหารวุ้นใส่ลงไป
2. นำส่วนผสมบรรจุลงในขวดแบน ประมาณ 20-30 ซีซี. พร้อมกับจุกด้วยสำลีหุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่ความดัน 15 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว นาน 20-30 นาที

สูตรที่ 3 เรียกว่า malt extract ซึ่งประกอบด้วย

malt extract	25 กรัม
วุ้นทำขนม	20 กรัม
น้ำ	1 ลิตร

วิธีทำ

1. นำข้าวมอลท์มาต้มกับน้ำ 1 ลิตร นานประมาณ 20-30 นาที
2. ปล่อยให้เมล็ดข้าวมอลท์เย็นตัวลง จึงกรองเอาเฉพาะน้ำต้มต่อไป โดยเติมวุ้นทำขนมลงไป เมื่อวุ้นละลายหมดจึงบรรจุส่วนผสมลงในขวดแบนประมาณ 20-30 ซีซี. แล้วจุกด้วยสำลีหุ้มด้วยกระดาษ
3. นำอาหารวุ้นไปนึ่งด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 20-30 นาที

การเลี้ยงเส้นใยบนเมล็ดธัญพืช

ส่วนใหญ่นิยมใช้ข้าวสาลี หรือข้าวโอ๊ต อย่างละเท่าๆ กัน นำมาหนึ่งและบรรจุลงในขวด ปิดจุกด้วยสำลี และนำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 30-40 นาที เมื่อเมล็ดธัญพืชเย็นตัวลงจึงใส่เส้นใยเห็ดที่เลี้ยงบนอาหารร่วนลงไป ต่อมาได้มีการปรับปรุงสูตรการเลี้ยงเส้นใยบนเมล็ดธัญพืช โดยใช้สูตรดังนี้

เมล็ดข้าวสาลี	10 กิโลกรัม
ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	120 กรัม
หินปูน (CaCO_3)	30 กรัม

วิธีทำ

1. นำเมล็ดข้าวสาลีมาต้มกับน้ำสะอาด 15 ลิตร ให้น้ำเดือดนานประมาณ 15 นาที และยกออกจากเตาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นนานประมาณ 15 นาที เพื่อให้เมล็ดข้าวสาลีดูดซึมน้ำ
2. กรองเอาน้ำออกด้วยตะแกรง ในระยะนี้ควรใช้ช้อนที่ทำด้วยไม้ กลับเมล็ดข้าวสาลีหลายๆ ครั้ง เมื่อเมล็ดข้าวสาลีเย็นตัวลงจึงคลุกเมล็ดข้าวสาลีกับยิปซัมและปูนขาวลงไป ยิปซัมที่ใส่ลงไปเพื่อป้องกันไม่ให้เมล็ดข้าวสาลีจับตัวกันแน่น ส่วนปูนขาวจะช่วยในการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ให้เหมาะสม
3. นำเมล็ดข้าวสาลีบรรจุลงในขวดแบนประมาณ $\frac{3}{4}$ ของขวดพร้อมกับปิดจุกด้วยสำลี และหุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน โดยใช้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นานประมาณ 30-45 นาที
4. เมื่อขวดเมล็ดข้าวสาลีเย็นตัวลง จึงเขียนชื่อเห็ดแชมปิญองที่เลี้ยงบนอาหารร่วนใส่ลงไป หลังจากเส้นใยเห็ดเดินได้ 5-7 วัน ให้เขย่าขวดเพื่อให้เมล็ดข้าวสาลีที่มีเชื้อเห็ดบางส่วนกระจาย ซึ่งจะช่วยให้เชื้อเห็ดกระจายเต็มเมล็ดข้าวสาลีได้เร็วขึ้น เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญเต็มเมล็ดข้าวสาลีแล้ว ให้นำไปเพาะลงในปุ๋ยหมักต่อไป

การเพาะเห็ดแชมปิญองในปุ๋ยหมัก

ในการเพาะเห็ดหรือทำให้เห็ดแชมปิญองออกดอก ส่วนใหญ่จะใช้วัสดุหลายชนิด วัสดุหลักที่ใช้สำหรับการเพาะเห็ดคือ ฟางข้าวเจ้า ฟางข้าวสาลี ฟางข้าวโอ๊ต ฯลฯ วัสดุในการเพาะที่สำคัญมีดังนี้

1. ฟางข้าว (rice straw) ในการเพาะเห็ดแชมปิญอง แม้ว่าจะสามารถใช้ฟางข้าวได้หลายชนิดก็ตาม แต่สำหรับประเทศไทยแล้ว ฟางข้าวเจ้านับว่าเหมาะสมมากที่สุดเพราะหาง่าย ฟางข้าวดูดซึมน้ำได้ดีและมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ช่วยในการหมักปุ๋ย

2. มูลสัตว์ (manure) นับว่าเป็นแหล่งอาหารที่ดีสำหรับเห็ดแชมปิญอง มูลสัตว์ที่นิยมใช้ได้แก่ มูลม้า มูลไก่ มูลสุกร ฯลฯ มูลสัตว์พวกนี้จะมีปริมาณของไนโตรเจนแตกต่างกัน และจัดเป็นแหล่งอาหารที่ประหยัดสำหรับเห็ดแชมปิญอง

3. ธาตุอาหาร (available nutrients) หรืออาหารเสริมที่ใช้ในการเพาะเห็ดแชมปิญองมีหลายชนิด คือ

3.1 พวคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) แหล่งอาหารคาร์โบไฮเดรต ที่หาได้ทั่วไป ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว น้ำตาล ฯลฯ ซึ่งเห็ดสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ดี

3.2 พวไนโตรเจน (Nitrogen) แหล่งอาหารประเภทไนโตรเจนที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแชมปิญอง ได้แก่ ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต แคลเซียมไนเตรท ยูเรีย ฯลฯ

4. ธาตุอาหารอื่นๆ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เช่น โพแทสเซียม (K) ฟอสฟอรัส (P) ยิปซัม ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ฯลฯ ซึ่งเห็ดแชมปิญองสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต

วัสดุเพาะ (ปุ๋ยหมัก) ที่ใช้ในการเพาะเห็ดแชมปิญอง

ในการผสมปุ๋ยหมักที่ใช้ในการเพาะเห็ดแชมปิญองที่มีคุณภาพดีควรให้ปุ๋ยหมักมีความชื้น 68-72% สูตรที่ใช้ในการเพาะเห็ดแชมปิญองมีหลายสูตร

สูตรที่ 1 ประกอบด้วย

ฟางข้าว	68 กิโลกรัม
ขี้ข้าวโพด	68 กิโลกรัม
ส่าเหล้า หรือกากเบียร์	13.6 กิโลกรัม
มูลไก่	11.3 กิโลกรัม
ยูเรีย	1.18 กิโลกรัม
โพแทสเซียม	1.63 กิโลกรัม
ยิปซัม	4.53 กิโลกรัม

สูตรที่ 2 ประกอบด้วย

ฟางข้าว	1016 กิโลกรัม
ขี้ข้าวโพด	1700 กิโลกรัม
โพแทสเซียมคลอไรด์	11.3 กิโลกรัม
ยูเรีย	3.6 กิโลกรัม

แอมโมเนียมไนเตรท	11.3 กิโลกรัม
กากเปียร์	34 กิโลกรัม
ยิปซัม	22.7 กิโลกรัม

สูตรที่ 3 ประกอบด้วย

มูลม้า	1016 กิโลกรัม
มูลไก่	101.6 กิโลกรัม
กากน้ำตาล	38.1 กิโลกรัม
กากฝ้าย	15.24 กิโลกรัม
ยิปซัม	15.24 กิโลกรัม

สูตรที่ 4 ประกอบด้วย

ฟางข้าว	600 กิโลกรัม
ปุ๋ยยูเรีย	10 กิโลกรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต	13 กิโลกรัม
ดับเบิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต	12 กิโลกรัม
ปูนขาว	20 กิโลกรัม

สูตรที่ 5 ประกอบด้วย

ฟางข้าว	600 กิโลกรัม
ขี้ข้าวโพดบด	400 กิโลกรัม
แคลเซียมไฮดรอกไซด์	14 กิโลกรัม
แอมโมเนียมไนเตรท	10 กิโลกรัม
โปแตสเซียมไนเตรท	10 กิโลกรัม
ยิปซัม	25 กิโลกรัม

สูตรที่ 6 ประกอบด้วย

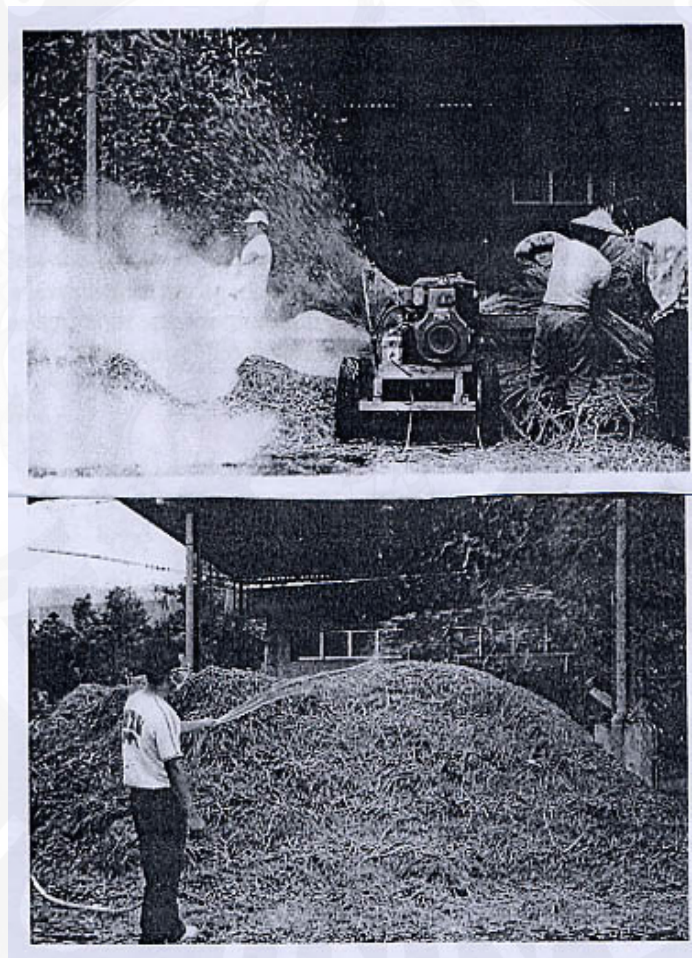
ฟางข้าว	1,000 กิโลกรัม
เมื่อเมื่อเริ่มกองปุ๋ยหมักผสม :	
ซูเปอร์ฟอสเฟต	12 กิโลกรัม
ยิปซัม	16 กิโลกรัม
เมื่อกลับกองปุ๋ยครั้งแรกผสม :	
แอมโมเนียมซัลเฟต	20 กิโลกรัม
เมื่อกลับกองปุ๋ยครั้งที่สองผสม :	
รำข้าว	30 กิโลกรัม

ปูนขาว
ยูเรีย

13 กิโลกรัม
10 กิโลกรัม

การหมักฟางสำหรับเพาะเห็ดแชมปิญอง

การหมักฟางนับว่ามีความสำคัญมาก โดยนำฟางที่จะเพาะเห็ดมาสับให้มีความยาวประมาณ 6-8 นิ้ว (ภาพที่ 10.13) แล้วนำมาอัดหมักไว้ในกรอบไม้ที่มีความกว้าง 1.5 เมตร ยาว 2 เมตร และสูงประมาณ 30-50 เซนติเมตร จากนั้นจึงนำฟางมาอัดเป็นชั้นๆ สูงขึ้นไปเรื่อยๆ ประมาณ 1 เมตร ในแต่ละชั้นของฟางให้ใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ลงไปแต่ละชั้นเท่าๆ กัน ขั้นตอนในการหมักฟางอาจจะทำได้ 2 วิธี



ภาพที่ 10.13 (บน) การเตรียมฟางสำหรับใช้หมัก โดยใช้เครื่องสับฟาง และ (ล่าง) เพิ่มความชื้น (น้ำ) ให้แก่ฟางสับ
ที่มา : Oei (1991)

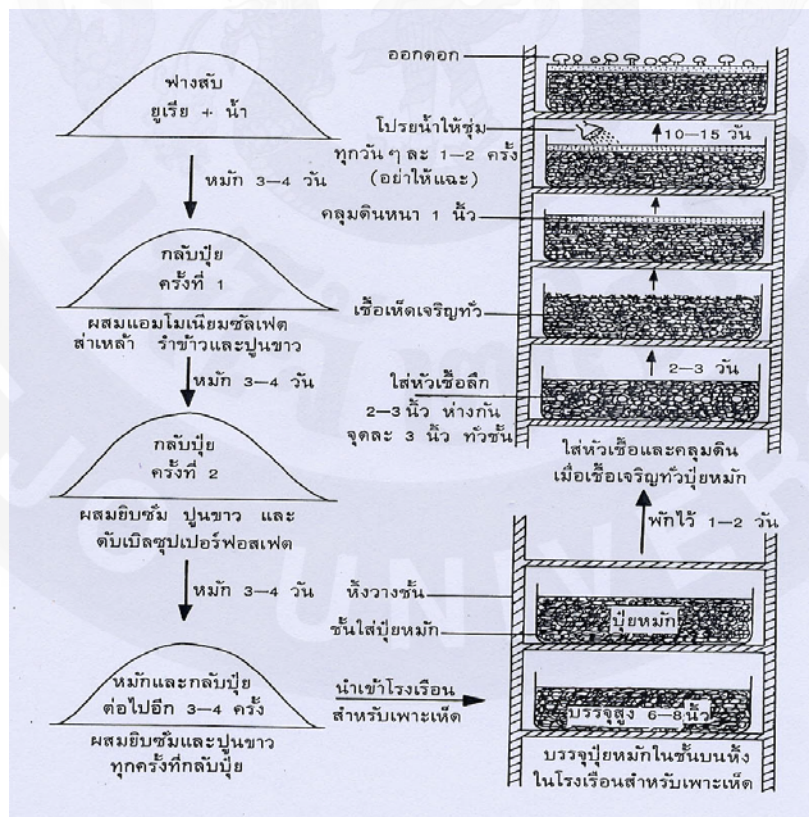
การหมักฟางแบบที่ 1 ใช้เวลา 7-10 วัน (ฤดูหนาว)

- วันที่ 1 ให้ทำกองปุ๋ยหมัก และใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
- วันที่ 3 กลับกองปุ๋ยครั้งที่ 1 พร้อมกับใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
- วันที่ 5 กลับกองปุ๋ยครั้งที่ 2 พร้อมกับใส่คาร์โบไฮเดรท หรือรำข้าว
- วันที่ 7 กลับกองปุ๋ยครั้งที่ 3 ปรับความชื้นให้เหมาะสม
- วันที่ 9 นำปุ๋ยหมักใส่ถาดเข้าห้องฟักเชื้อที่ตั้ง

การหมักฟางแบบที่ 2 ใช้เวลา 8-9 วัน (ฤดูร้อน/ฝน)

- วันที่ 1 ทำกองปุ๋ยหมัก พร้อมกับเติมมูลสัตว์ พวกมูลไก่ลงไป
- วันที่ 3 กลับกองปุ๋ยครั้งที่ 1 พร้อมกับเติมยิปซัมและกากเมล็ดฝ้าย
- วันที่ 5 กลับกองปุ๋ยหมักครั้งที่ 2 พร้อมเติมรำ ปรับความชื้น
- วันที่ 8 ขนใส่ถาดเข้าโรงเรือนทำฟักเชื้อที่ตั้ง

(ภาพที่ 10.14)



ภาพที่ 10.14 ขั้นตอนการเตรียมปุ๋ยหมัก และการเพาะเห็ดแชมปิญอง

ที่มา : อนงค์ (2530)

ลักษณะของปุ๋ยหมักที่ดีก่อนนำไปทำฟีดฮีตติ้ง

ปุ๋ยหมักควรมีลักษณะดังนี้

1. สีของปุ๋ยหมักค่อนข้างคล้ำ และความชื้นของฟางเหมาะสม
2. เส้นฟางจะต้องไม่เหนียวและเปื่อยยุ่ยพอสมควร ส่วนความชื้นของปุ๋ยหมัก ควรอยู่ในช่วง 72-75% เมื่อนำฟางขึ้นมากำจะพบว่ามียาไหลออกมาจากง่ามมือเล็กน้อย
3. มีเส้นใยสีขาวของเชื้อ actinomycetes เจริญขึ้นมาเล็กน้อย และควรมีกลิ่นหอมของเห็ด
4. ปุ๋ยหมักควรมีปริมาณของไนโตรเจน ประมาณ 1.6-1.8%

การทำฟีดฮีตติ้ง

หลังจากหมักปุ๋ยได้ที่แล้ว ให้นำปุ๋ยหมักมาทำฟีดฮีตติ้ง (peak heating) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการใหม่ที่ใช้เพาะเห็ดแชมปิญอง ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงระหว่างการหมักฟางนั้น ปุ๋ยหมักอาจขึ้นหรือแห้งเกินไป และมีสภาพไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ถ้านำฟางที่หมักมาผ่านขั้นตอนการทำฟีดฮีตติ้ง โดยควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น การถ่ายเทอากาศ (และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด) ทำให้ปุ๋ยหมักที่ผ่านการทำฟีดฮีตติ้งมีคุณสมบัติ ทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวะ เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด การทำฟีดฮีตติ้งเป็นการกระตุ้นเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ชอบความร้อน (Thermophilic bacteria) จะช่วยในการแปรรูปไนโตรเจนให้มาอยู่ในรูปแอมโมเนีย ต่อมาเชื้อรา (fungi) ที่ชอบความร้อนและอยู่ในกลุ่มโทรลล่า (Torula) และเฮมิคูล่า (Humicola) สามารถเปลี่ยนแอมโมเนียให้มาอยู่ในรูปโปรตีน ซึ่งเห็ดสามารถนำมาใช้ในการเจริญเติบโตต่อไป อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำฟีดฮีตติ้งควรอยู่ระหว่าง 55-60 องศาเซลเซียส จุดมุ่งหมายในการทำฟีดฮีตติ้งก็คือ การปรับปรุงสภาพปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ส่วนการฆ่าเชื้อ จุลินทรีย์และแมลงบางชนิดเป็นผลพลอยได้เท่านั้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำฟีดฮีตติ้ง

ประกอบด้วย

1. เครื่องดูดเป่าอากาศ (blower) ขนาดแรงม้า 1 เครื่อง
2. ท่อนำอากาศ อาจใช้ท่อพลาสติก หรือท่อสังกะสีก็ได้ โดยให้มีขนาดที่สามารถต่อกับเครื่องดูด – เป่าอากาศได้พอดี ท่อดังกล่าว ใช้เป็นท่อส่งอากาศจากภายนอกเข้าไปในโรงเห็ด และมีท่อดูดอากาศภายในโรงเรือนด้วย

3. ใช้กรองอากาศ ใช้สำหรับกรองอากาศจากภายนอกที่ผ่านเข้าไปในโรงเห็ด
4. เครื่องทำไอน้ำ อาจจะใช้ถึงน้ำมันขนาด 200 ลิตรหลายใบ ขึ้นกับขนาดของโรงเรือน เพื่อต้มน้ำและส่งไอน้ำเข้าไปในโรงเรือน
5. ถาดใส่ฟางหมักและใช้ในการเพาะเห็ด ควรใช้ถาดที่สามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อสะดวกในการควบคุมความสะอาดของโรงเรือน และป้องกันการระบาดของเชื้อโรคภายในโรงเรือน ได้อย่างดี ขนาดของถาดที่ใช้ในการเพาะควรมีขนาด 1.20×1.75 เมตร

ลักษณะของโรงเรือน

การเพาะเห็ดแชมปิญองเป็นอุตสาหกรรม ผู้เพาะต้องวางแผนในการปลูกสร้างโรงเรือนให้เหมาะสมโดยใช้วัสดุถาวร แต่ถ้าเพาะไม่มากนักอาจจะดัดแปลงโดยใช้โรงเรือนที่มุงด้วยจากภายในโรงเรือนให้บุด้วยพลาสติก และเจาะหน้าต่างด้านละ 1 แห่ง แต่ถ้าจะสร้างแบบถาวร ควรสร้างโรงเรือนที่สามารถใช้บรรจุถาดใช้เพาะเห็ดได้ประมาณ 220 ถาด ซึ่งสามารถใช้ปูหมักในการเพาะเห็ดถึง 38 ตัน แต่ผู้เพาะอาจดัดแปลงขนาดโรงเรือนให้เล็กลงได้ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนการทำฟีดฮีทติ้ง

หลังจากการหมักฟางเพาะเห็ดได้ที่แล้วให้ทำฟีดฮีทติ้ง โดยปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. นำฟางหมักใส่ลงในถาดเพาะเห็ด โดยใช้ฟางหมักประมาณ 86 กิโลกรัมต่อ 1 ตารางเมตร
2. พ่นอากาศเข้าไปในโรงเพาะเห็ดให้อากาศหมุนเวียนนานประมาณ 1 ชั่วโมง
3. หยดเป่าลม แต่ให้ปล่อยไอน้ำเข้าไปในโรงเรือน พร้อมกับดูดอากาศด้านล่างเป่าขึ้นด้านบนเพื่อกระจายอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้สม่ำเสมอในระยะนี้ให้รักษาอุณหภูมิภายในโรงเรือนอยู่ในระดับ 60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และแมลงที่ติดมากับปุ๋ยหมัก
4. อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะสูงขึ้นเนื่องจากไอน้ำร้อน และเกิดการสลายตัวของปุ๋ยหมักโดยเฉพาะในวันที่ 2 อุณหภูมิอาจสูงประมาณ 55-60 องศาเซลเซียส ในวันที่ 3 ควรปล่อยอากาศเข้าไปในโรงเรือนบ้าง และรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในระดับ 50-60 องศาเซลเซียส นานประมาณ 10 ชั่วโมง อย่าให้อุณหภูมิสูงกว่าระดับดังกล่าว เพราะจะทำให้เกิดการสูญเสียธาตุไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนีย
5. หลังจากนั้น ให้ลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ระหว่าง 50-55 องศาเซลเซียส นานประมาณ 14 ชั่วโมง และค่อยๆ ลดอุณหภูมิลงวันละ 10 องศาเซลเซียส จนกระทั่งปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส สามารถใช้เพาะเห็ดได้ทันที

6. การทำฟิคีตึง จะใช้เวลานานที่สุดประมาณ 7 วัน ก็สมบูรณ์และหลังจากใส่เชื้อเห็ดลงไปแล้ว จะพบว่าเส้นใยสีขาวหรือสีเทาแผ่คลุมทั่วผิวหน้าของฟางที่ใช้หมักเส้นใยเหล่านี้เป็นพวกเชื้อรา (fungi) พวกเหมิคูล่า และโทรูล่า ซึ่งภายหลังจะเป็นอาหารของเห็ดเป็นอย่างดี

ลักษณะปุ๋ยหมักที่ดีหลังจากทำฟิคีตึง

ปุ๋ยหมักที่เหมาะสมต่อการเพาะเห็ดแชมปิญองหลังจากที่ผ่านการทำฟิคีตึงแล้ว ปุ๋ยหมักที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ปุ๋ยหมักควรมีสีน้ำตาลดำ ฟางที่หมักจะต้องนุ่มและเปื่อยยุ่ยพอสมควรเมื่อบีบ
2. ความชื้นของปุ๋ยหมัก ควรอยู่ระหว่าง 70-73% เมื่อนำมากำแล้วบีบดูจะพบว่ามีน้ำไหลออกมาตามง่ามมือเล็กน้อย
3. ไม่มีกลิ่นของแอมโมเนีย ความเป็น กรด-ด่าง ของปุ๋ยหมักไม่ควรเกิน 7.5 และมีกลิ่นหอมคล้ายเห็ด
4. มีเชื้อราเหมิคูล่า และโทรูล่า ขึ้นกระจายบางๆ ทั่วผิวหน้าของปุ๋ยหมัก
5. มีปริมาณของไนโตรเจนประมาณ 1.8-2.0% และมีแอมโมเนียต่ำกว่า 0.1%

การใส่เชื้อเห็ด

เมื่อปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะเห็ดผ่านการทำฟิคีตึง และมีสภาพเหมาะต่อการนำมาเพาะแล้ว ให้ใส่หัวเชื้อเห็ดลงในปุ๋ยหมัก โดยให้ปฏิบัติ ดังนี้

1. ให้ล้างมือและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเพาะเชื้อเห็ดแชมปิญองให้สะอาด
2. นำหัวเชื้อเห็ดแชมปิญองที่เลี้ยงบนเมล็ดข้าวฟ่าง หรือข้าวสาลีใส่ลงไปในปุ๋ยหมัก โดยการเจาะรูบนปุ๋ยหมักที่อยู่ในถาด ให้ลึกประมาณ 3 เซนติเมตร และให้แต่ละรูอยู่ห่างกัน 15-20 เซนติเมตร โดยใช้หัวเชื้อประมาณ 500 กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

3. หลังจากใส่หัวเชื้อไปแล้ว ให้ใช้ปุ๋ยกลบรูที่ใส่เชื้อ ในระยะนี้หลังจากเชื้อเริ่มเดินแล้ว ไม่ต้องรดน้ำ แต่ถ้าผิวของปุ๋ยหมักแห้งควรให้น้ำแบบฉีดพ่นฝอยเล็กน้อย เส้นใยของเห็ดแชมปิญองจะเจริญเข้าไปในปุ๋ยหมัก และเจริญเต็มผิวหน้าของปุ๋ยหมัก เชื้อจะเจริญเติบโตเต็มที่โดยใช้เวลาประมาณ 20 วัน

4. ในระยะนี้ควรรักษาความสะอาด อุณหภูมิ และความชื้นภายในโรงเรือนให้สม่ำเสมอ ถ้าอากาศเย็นจะให้ผลผลิตสูง แต่ที่สำคัญก็คือต้องระวังแมลงศัตรูเห็ดที่จะมาทำลายเส้นใยเห็ดแชมปิญอง ในบางครั้งเส้นใยเห็ดแชมปิญองอาจเจริญช้า เนื่องจากสาเหตุหลายประการ คือ

- หัวเชื้อที่ใช้เพาะเห็ดคุณภาพไม่ดี
- สภาพของปุ๋ยหมักไม่เหมาะสม ได้แก่ สภาพความเป็น กรด-ด่าง สูงกว่า 7.5

อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส หรือปุ๋ยหมักยังหมักไม่ได้ที่

- มีโรคแมลงศัตรูเห็ดคอยรบกวนและทำลายเส้นใยเห็ด
- ปุ๋ยหมักในชั้นที่เพาะมีอายุนานเกินไป ตามปกติระยะเวลาในการทำฟิเคฮิตติ้งไม่ควรเกิน 7 วัน และเมื่ออุณหภูมิลดลงควรปรับใส่เชื้อทันที ไม่ควรทิ้งไว้นานเพราะโรคและแมลงศัตรูเห็ดอาจเจริญเข้าทำลายได้

การกลบดิน

การกลบดิน (casing) หลังจากต่อเชื้อเห็ดลงในปุ๋ยหมักได้ประมาณ 15-20 วัน ซึ่งเป็นระยะที่เส้นใยเห็ดในกองปุ๋ยหมักเจริญเติบโตเต็มที่และเส้นใยสานกันดีแล้ว ในระยะนี้ควรนำดินที่เตรียมไว้กลบบนปุ๋ยหมักโดยให้กลบดินหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร ดินที่ใช้กลบควรนำมา ร่อนเอาดินที่มามีขนาดใหญ่ออกก่อน ดินที่ใช้กลบควรมีขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร นับว่าเหมาะสมมากที่สุด และดินดังกล่าวต้องสะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่จะทำลายเส้นใยเห็ด ดินที่ใช้กลบถ้าผ่านการฆ่าเชื้อได้ยิ่งเป็นการดีโดยการอบไอน้ำที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที ดินที่ใช้กลบควรเป็นดินร่วนที่มีอินทรีย์วัตถุสูงในการกลบผิวหน้าของปุ๋ยหมัก ควรปรับให้เรียบและกระจายอย่างสม่ำเสมอเพื่อช่วยรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมัก การกลบผิวหน้าดังกล่าว มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแชมปิญอง เนื่องจาก

1. ดินที่ใช้กลบเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์พวก actinomycetes และเชื้อแบคทีเรียที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดดอกเห็ด
2. ดินที่ใช้กลบช่วยรักษาความชื้นในกองปุ๋ยหมักให้เหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยและการเกิดดอกเห็ด
3. ดินที่กลบเป็นฐานให้ดอกเห็ดยึด ทำให้เห็ดสามารถทรงดอกเห็ดอยู่ได้ไม่ล้ม
4. ในการรดน้ำถ้ารดกับกองปุ๋ยหมักโดยตรง จะทำให้เส้นใยของเห็ดขาดและเน่าได้ การใช้ดินกลบจะช่วยไม่ให้น้ำสัมผัสกับเส้นใยโดยตรง และช่วยลดความเสียหายเนื่องจากเส้นใยถูกทำลายได้อย่างดี
5. การกลบดินนอกจากจะช่วยรักษาความชื้นแล้ว ยังช่วยลดอุณหภูมิในแปลงเห็ดให้ต่ำ ซึ่งเหมาะต่อการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้อย่างดี

การปฏิบัติดูแลรักษา

หลังจากกลบปุ๋ยหมักด้วยดินแล้ว การปฏิบัติดูแลรักษาในระยะนี้นับว่าสำคัญมากเพราะเป็นระยะที่เห็ดกำลังพัฒนาไปเป็นดอก การปฏิบัติดูแลรักษาควรปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. ในสัปดาห์แรกหลังการกลบดิน ควรรักษาอุณหภูมิในโรงเรือนไว้ประมาณ 21 องศาเซลเซียส ในสัปดาห์ที่ 2 และ 3 ให้ลดอุณหภูมิลงเหลือ 18 องศาเซลเซียส แต่สำหรับประเทศไทย

อุณหภูมิในระหว่างการเดินของเชื้อมักเกิน 26 องศาเซลเซียส จึงทำให้แปลงเพาะเห็ดถูกรบกวนด้วยเชื้อราและไรอยู่เสมอ ผลผลิตจึงค่อนข้างต่ำ

2. การรดน้ำ ควรให้น้ำแบบฉีดพ่นฝอยให้ละเอียดโดยให้น้ำเข้าเย็นวันละ 2 ครั้ง เพื่อให้ดินที่ใช้กลบแปลงมีความชื้นอยู่ตลอดเวลา

3. การระบายอากาศ ควรให้โรงเรือนที่เพาะเห็ดมีการถ่ายเทอากาศอยู่ตลอดเวลา เพื่อลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เพราะถ้ามีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากจะทำให้เห็ดดอกเล็ก ก้านยาว จำนวนดอกเห็ดลดลง และโอกาสที่เชื้อโรคจะแพร่ระบาดทำลายเห็ดได้มาก

4. อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแชมปิญอง ควรอยู่ระหว่าง 15-18 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเพาะเห็ดแชมปิญองจะให้ได้ผลผลิตสูงจะต้องเพาะในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ ได้แก่ แอ่งภาคเหนือหรือบริเวณตามภูเขาสูง และมีอุณหภูมิต่ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด

เห็ดแชมปิญองจัดเป็นเห็ดที่มีการเจริญเติบโตแบบ Saprophyte โดยใช้อาหารจากเศษพืชหรือปฏิกิริยาในการเจริญเติบโต เพราะเห็ดแชมปิญองไม่มีคลอโรฟิลล์ที่จะใช้ในการสังเคราะห์แสง การที่เห็ดแชมปิญองจะให้ผลผลิตสูงหรือไม่ ขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง คือ

1. อุณหภูมิ (temperature) นับว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยและการพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยประมาณ 25 องศาเซลเซียส ส่วนอุณหภูมิของปฏิกิริยาควรอยู่ระหว่าง 23-28 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่านี้ เส้นใยจะเจริญเติบโตช้า

2. ความชื้น (humidity) ความชื้นของอากาศในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยควรอยู่ระหว่าง 90-95% แต่ถ้าในระยะเห็ดออกดอกควรมีความชื้น 80-85%

3. ธาตุอาหาร ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของเห็ดแชมปิญอง ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ในช่วงที่เส้นใยกำลังเจริญเติบโต เส้นใยเห็ดจะดูดซึมพวกกลูโคส เพื่อใช้เป็นอาหาร แต่ในระยะที่ดอกเห็ดพัฒนาเป็นตุ่มเล็กๆ คาร์โบไฮเดรตพวก เพนโตซาน (pentosan) และแอลฟาเซลลูโลส (alphacellulose) จะถูกนำไปใช้ ดังนั้นวิธีการเพิ่มผลผลิตวิธีหนึ่งก็คือ เพิ่มคาร์โบไฮเดรตที่สลายตัวง่ายให้แก่ปฏิกิริยา ก่อนที่จะทำการกลบดิน

4. อัตราส่วน C:N ratio ในช่วงระหว่างการหมักปฏิกิริยา C:N ratio ประมาณ 30 : 1 ส่วน C:N ratio ที่เหมาะสมในขณะเกิดเส้นใย (spawning) ควรมีค่าเท่ากับ 17 : 1

5. สภาพความเป็นกรด-ด่าง ช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยควรอยู่ระหว่าง 7.0-7.4 และในช่วงสุดท้าย pH ควรลดลงเหลือประมาณ 6.3

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

หลังการคลุมดิน และดูแลรักษาอุณหภูมิความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสมนานประมาณ 10-15 วัน เส้นใยเห็ดจะค่อยๆ พัฒนาเป็นตุ่มดอกเล็กๆ สีขาว และตุ่มดอกเห็ดนี้จะค่อยๆ พัฒนาเจริญขึ้นจนเป็นดอกที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ โดยดอกเห็ดในระยะแรกจะให้ผลผลิตน้อย และจะค่อยๆ เพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นจนได้ผลผลิตสูงสุด จากนั้นผลผลิตจะค่อยๆ ลดต่ำลงจนถึงต่ำที่สุด เรียกว่า 1 ฟลัช (flush) หรือรุ่น ความสั้นยาวของรุ่นขึ้นอยู่กับพันธุ์เห็ด อาหารที่เพาะ อุณหภูมิ และการเจริญเติบโตของเห็ดแซมปิยอง ส่วนการเก็บผลผลิต (picking) เห็ดแซมปิยองให้ปฏิบัติดังนี้

1. ในระยะที่เห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ควรรักษาสภาพความชื้นในโรงเรือนให้อยู่ในระดับ 80-85% โดยการฉีดพ่นน้ำให้เป็นฝอยภายในโรงเรือนเพาะเห็ด
2. การเก็บดอกเห็ดให้ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้จับที่โคนดอกเห็ด แล้วบิดเบาๆ จนกระทั่งดอกเห็ดหลุดติดมือออกมา โดยระมัดระวังอย่าให้ดอกเล็กๆ ที่อยู่ข้างเคียงได้รับความกระทบกระเทือนพร้อมกับเก็บขาของเห็ดที่ตกค้างในปุ๋ยหมักออกให้หมด เพราะถ้ามีส่วนของดอกหลงเหลืออยู่ในแปลงก็จะเน่าและทำให้โรคแพร่ระบาดทำลายเห็ดได้
3. ผลผลิตของเห็ดที่ได้ ถ้าใช้ปุ๋ยหมัก 70-100 กิโลกรัม เพาะในพื้นที่ 3.24 ตารางเมตร จะได้ดอกเห็ด 14-18 กิโลกรัม ลักษณะของดอกเห็ดที่เก็บจากแปลงควรมีลักษณะที่สมบูรณ์ ไม่มีโรคแมลงรบกวน

โรคของเห็ดแซมปิยอง

ในการเพาะเห็ดแซมปิยอง ตามปกติจะพบว่ามีโรคและแมลงศัตรูเห็ดที่คอยทำลายเห็ดแซมปิยองอยู่ตลอดเวลา เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้มีการใช้อาหารเช่นเดียวกับเห็ดแซมปิยองจึงทำให้เกิดปัญหาในการป้องกันกำจัดโรคและแมลงศัตรูเห็ดแซมปิยองที่สำคัญ มีดังนี้

โรคที่เกิดจากเชื้อรา

เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรค (parasitic mold) อาจอยู่ในกลุ่ม Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes และ Imperfect Fungi เชื้อราพวกนี้ชอบทำลายเห็ดแซมปิยองในกระบะหรือถาดที่ใช้เพาะ โดยจะทำลายเส้นใยเห็ดแซมปิยองทำให้เส้นใยเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และผลผลิตจะลดต่ำลง โรคที่เกิดจากเชื้อรา ได้แก่

โรคสมองวัว (Flase truffle disease) โรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อราพวก *Diehliomyces microspora* เชื้อราชนิดนี้ตามธรรมชาติอาศัยอยู่ในปุ๋ยหมัก หรือดินที่ใช้กลบ (casing soil) สปอร์พวกนี้จะออกที่อุณหภูมิ 27-28 องศาเซลเซียส หลังจากนั้น เส้นใยจะเจริญที่อุณหภูมิต่ำกว่าแต่

ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 15-16 องศาเซลเซียส จะชะงักการเจริญเติบโต ในระยะแรกเชื้อราจะเจริญเติบโตลงไปในปุ๋ยหมัก เส้นใยของโรคราสมองวัวมีสีเหลืองขาว บริเวณจุดที่เชื้อราพวกนี้เจริญ เส้นใยเห็ดมีน้อยหรือไม่มีเลย ซึ่งทำให้เห็ดไม่สามารถสร้างดอกได้ เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคจะมีการสร้าง fruiting body คล้ายสมองวัว (calf's brain) เมื่อเชื้อราเจริญเติบโตเต็มที่ fruiting body จะมีสีน้ำตาลแดงและมีการสร้างสปอร์เป็นจำนวนมาก โรคนี้เริ่มเจริญเติบโตในปุ๋ยหมักตั้งแต่การต่อเชื้อ แต่ในระยะแรกเชื้อเห็ดแซมปัญองแข็งแรงจึงทำให้เชื้อไม่ระบาดรุนแรงมากนัก แต่หลังจากเก็บผลผลิตของเห็ดหลายๆ รุ่น เชื้อเห็ดจะเริ่มอ่อนแอ เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคเจริญและทำลายเส้นใยเห็ด ทำให้ผลผลิตลดลง

โรคสมองวัว สามารถป้องกันกำจัดได้โดย

1. การคลุมและหมักปุ๋ยหมักเพื่อใช้เพาะเห็ดแซมปัญอง ควรปฏิบัติบนพื้นปูนซีเมนต์ ไม่ควรกองหมักไว้บนพื้นดิน เพราะระหว่างการหมักจะเกิดความร้อนทำให้สปอร์ของเชื้อโรคแข็งแรงและติดมากับปุ๋ยหมักได้
2. การกลบผิวหน้าด้วยดิน ไม่ควรใช้ดินที่มีเชื้อทำให้เกิดโรคนี้นี้
3. ควรรักษาโรงเรือนให้สะอาด และควรมีการพักโรงเรือนเพื่อลดการระบาดของโรค
4. ในระยะเส้นใยควรรักษาอุณหภูมิระหว่าง 16-26 องศาเซลเซียส และในช่วงของการเก็บเกี่ยวควรลดอุณหภูมิลง โดยให้อากาศภายนอกเข้ามาในโรงเรือน ถ้าอุณหภูมิภายนอกต่ำกว่า ในช่วงการเก็บผลผลิตควรรักษาอุณหภูมิให้ต่ำประมาณ 16-18 องศาเซลเซียส และในช่วงหลังเก็บผลผลิตหมดแล้ว ควรอบฆ่าเชื้อในโรงเรือนโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง
5. ถาดหรือกระบะที่ใช้ใส่ปุ๋ยหมักเพาะเห็ดแซมปัญอง ควรฉีดฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Na-petachlorophenolate 2% หลังจากเก็บผลผลิตของเห็ดหมดแล้ว
6. ถ้าพบโรคนี้ระบาดให้ใช้ปูนขาวผสมเกลือโรยบริเวณที่เกิดโรค พร้อมกับใช้จุลินทรีย์ (copper sulphate) ละลายน้ำฉีดพ่นอีกครั้งหนึ่ง
7. นำปุ๋ยหมักหรือดินที่ใช้กลบบริเวณที่เป็นโรคออกจากโรงเรือนอย่างระมัดระวังและควรรีบทำลายทันที เพื่อไม่ให้เชื้อโรคแพร่ระบาดต่อไป

โรคน้ำเหลือง (bubble disease) โรคนี้เกิดจากเชื้อรา พวก *Mycogone pernicios* ซึ่งมักพบระบาดทำลายเห็ดแซมปัญองมากที่สุด ทำให้ดอกเห็ดเสียรูปทรงไม่ได้สัดส่วน ดอกเห็ดบริเวณที่เชื้อโรคเข้าทำลายจะเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลครีม เนื่องจากมีการสร้าง chlamydospore และจะพบหยดสีเหลืองน้ำตาล เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียตามดอกเห็ด ทำให้ผลผลิตต่ำ เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคอาจแพร่ระบาดหลังจากการโรยเชื้อ โดยติดไปกับอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้เพาะเห็ดก็ได้ เชื้อราพวกนี้เจริญเติบโตได้ดีในดินที่ใช้กลบ จึงทำให้เป็นการยากต่อการป้องกันกำจัด

โรคน้ำเหลืองสามารถป้องกันกำจัดโดย

1. ปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะเห็ด ควรหมักให้ได้ที่ โดยเฉพาะปุ๋ยหมักที่ใช้ซูเปอร์ฟอสเฟตต้องรอให้ปุ๋ยสลายตัวหมดก่อน
2. ดินที่ใช้กลบควรผ่านการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ และหลังจากกลบดิน ถ้าพบว่ามีเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคบนดินให้ใช้ฟอร์มาลินเจือจางฉีดพ่นบริเวณที่เป็นโรค หรือจะใช้ซิงเนบ (Zineb) อัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นก็ได้
3. ถ้าพบโรคเริ่มระบาด ให้ฉีดพ่นด้วยเกลือผสมสารละลายจุนสี (CuSO_4) พร้อมกับโรยปูนขาวทับลงไป จากนั้นจึงนำดินบริเวณที่เป็นโรคออกในวันต่อมา
4. ถ้าพบว่าโรคระบาดในโรงเรือน ควรรักษาอุณหภูมิ และความชื้นภายในโรงเรือนให้ต่ำกว่าปกติ

โรคราเขียวมะกอก (olive-green mould) เชื้อราที่ทำให้เกิดอยู่ใน Subdivision Ascomycetes ซึ่งเป็นเชื้อราพวก *Chaetomium* sp. ในระยะแรกของการระบาดมักจะพบเป็นปุยสีขาวบาง ๆ เจริญอยู่บนและในปุ๋ยหมักต่อมาอีก 2-3 วัน จะพบตุ่มเล็กสีเขียวมะกอก ตุ่มพวกนี้จะพบอยู่ตามฟาง และมีการสร้างสปอร์ (ascospore) อย่างมากมาย เมื่อสปอร์แก่จะมีสีเขียวมะกอกค่อนข้างดำ และมีกลิ่นเหม็นฉุน ทำให้เห็นใยเห็ดเจริญเพียงเล็กน้อย และผลผลิตลดลง เชื้อพวกนี้มักเจริญในปุ๋ยหมักและไม่เจริญเติบโตในดินที่ใช้กลบ การแพร่ระบาดของราเขียวมะกอก อาจเกิดจากมีแอมโมเนียเหลืออยู่ในปุ๋ยหมัก และหลังจากการหมัก แอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน ซึ่งเชื้อราพวกนี้สามารถใช้ในการเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้ถ้าในปุ๋ยหมักมีปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์มาก จะทำให้สปอร์ของเชื้อโรคเจริญเติบโตได้ดี

โรคราเขียวมะกอกสามารถป้องกันกำจัดได้ ดังนี้

1. ในการหมักปุ๋ยควรใช้เวลานานพอสมควร เพื่อให้แอมโมเนียสลายตัวให้หมด และปุ๋ยหมักต้องไม่ชื้นมากเกินไป
2. ไม่ควรใส่ปุ๋ยพวกไนโตรเจน เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต ยูเรีย มูลไก่ ฯลฯ ก่อนที่จะนำปุ๋ยไปเพาะในโรงเรือน ถ้าปุ๋ยหมักชื้นมากเกินไป ควรผสมสารพวกคาร์โบไฮเดรต เพื่อปรับความชื้น และเร่งการสลายตัวของแอมโมเนีย
3. ควรตรวจอุณหภูมิ และความชื้นให้เหมาะสม อุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มพักไม่ควรให้เกิน 60 องศาเซลเซียส

โรคราสีเหลือง (yellow mould) โรคพวกนี้เกิดจากเชื้อราพวก *Chrysosporium* spp. และเชื้อ *Myceliophthora* spp. ในกรณีเริ่มเก็บผลผลิตแล้ว 2-3 สัปดาห์ ดอกเห็ดตุ่มเล็ก

(pinheads) จะฝ่อหายไปและผลผลิตลดลงอย่างรวดเร็ว ผู้เพาะควรขุดลงไปใญ่หมักเพื่อหาสาเหตุถ้าพบจุดสีเหลืองน้ำตาลตรงบริเวณช่วงต่อระหว่างดินที่ใช้กลบกับปุ๋ย ซึ่งเกิดจากเชื้อราสีเหลือง เชื้อราพวกนี้เจริญเติบโตบนเส้นใยเห็ดได้อย่างดี ทำให้เส้นใยเห็ดฝ่อหายไปจากปุ๋ยหมัก

การป้องกันกำจัดโรคราสีเหลือง ทำได้ดังนี้

1. มูลสัตว์หรือปุ๋ยหมักที่ใช้ในการเพาะเห็ดควรผ่านการย่อยสลายตัวดีแล้ว
2. ในช่วงพีคฮีทติ้ง (peak-heating) ควรใช้อุณหภูมิ 56-58 องศาเซลเซียส ให้สม่ำเสมออย่างน้อย 12 ชั่วโมง และให้ปุ๋ยหมักได้รับอากาศอย่างเพียงพอ
3. หลังจากเก็บผลผลิตหมดแล้ว ถาดที่ใช้เพาะและชั้นวางถาดควรฉีดฆ่าเชื้อด้วยสารละลาย Na-petachlorophenolate 2%

โรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียทำให้เกิดโรค ก็คือโรค Bacterial Blotch and Pits ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Pseudomonas tolaasii* โรคพวกนี้ มักแพร่ระบาดทำลายดอกเห็ด โดยจะพบเป็นจุดที่มีลักษณะเป็นมันสีเหลืองไปจนถึงสีสนิมที่หมวกดอกเห็ด ต่อมาจะขยายตัวอย่างรวดเร็ว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองน้ำตาล เชื้อแบคทีเรียยังทำลายก้านดอก การแพร่ระบาดของเชื้อมักแพร่ระบาดในสภาพอุณหภูมิ และความชื้นสูง การถ่ายเทของอากาศไม่สะดวก ลักษณะของดอกเห็ดที่ถูกทำลาย

การป้องกันกำจัดโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

1. ควรทำความสะอาด และรักษาความสะอาดในโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ และไม่ควรให้มีเศษเหลือของปุ๋ยหมักตามชั้นที่เพาะเห็ด
2. ในกรณีที่มีโรคระบาด ควรฆ่าเชื้อดินที่ใช้กลบ (casing soil) ด้วยไอน้ำ หรือใช้ฟอร์มาดีไฮด์ 0.25-0.30% ฉีดพ่นทำลายเชื้อแบคทีเรีย
3. น้ำที่ใช้ในการเพาะเห็ด ควรปราศจากคลอรีน

โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส

เชื้อไวรัสทำให้เกิดโรคกับเห็ดแชมปิญอง มีหลายโรค คือ Brown disease, Dieback เชื้อไวรัสอาจแพร่ระบาดโดยแมลง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้เพาะเห็ด นอกจากนี้อาจแพร่ระบาดติดไปกับสปอร์ที่ใช้เพาะเห็ด เมื่อดอกเห็ดได้รับเชื้อไวรัสดอกเห็ดจะค่อยๆ แห้งตาย จึงเรียกว่า โรค "Dieback" และทำให้เห็ดดอกเล็ก ก้านดอกยาว บานง่าย ผลผลิตต่ำ และเห็ดจะตายก่อนการเก็บเกี่ยว

การป้องกันกำจัดโรคจากเชื้อไวรัส

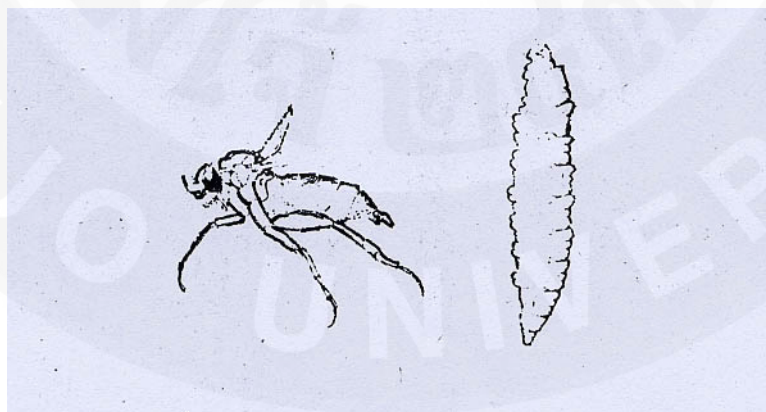
1. เชื้อเห็ดที่ใช้เพาะต้องปราศจากเชื้อไวรัส และควรใส่หัวเชื้อเห็ดแชมปิยอง ให้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้นิยเห็ดเจริญเติบโตเร็วขึ้น และใช้ระยะเวลาในการเพาะน้อยลง
2. อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในการเพาะเห็ดต้องสะอาด ปราศจากเชื้อไวรัส และควรฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาดีไฮด์ 2%
3. ถ้าพบว่าดอกเห็ดเป็นโรค ควรเก็บดอกที่เป็นโรคเผาทำลายเสีย เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

แมลงศัตรูเห็ดแชมปิยอง

แมลงศัตรูเห็ดที่คอยทำลายเห็ดแชมปิยองมีหลายชนิด จึงจัดว่าเป็นศัตรูที่สำคัญมากชนิดหนึ่งแมลงพวกนี้ที่สำคัญ ได้แก่

แมลงหวี่ฟอริด (Phorid flies)

แมลงหวี่พวกนี้มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Megaselia* spp. มีลักษณะคล้ายยุง ตัวอ่อนมีความยาว 3-4 มิลลิเมตร มีสีขาวเหลือง บริเวณส่วนหัวของตัวหนอนไม่มีสีดำ ในระยะดักแด้จะชักใยหุ้มตัวและมีความยาว 2-5 มิลลิเมตร (ภาพที่ 10.15) แมลงหวี่พวกนี้นับว่าเป็นศัตรูที่สำคัญที่ทำลายเห็ดแชมปิยอง แมลงพวกนี้นับเป็นก่ง ชอบวางไข่บริเวณครีบดอกและปุยหมัก นอกจากนี้ยังขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ตัวอ่อนของแมลงจะกัดกินเส้นใยเห็ด และบางครั้งอาจจะเข้าไปในดอกเห็ดทำให้เห็ดได้รับความเสียหาย

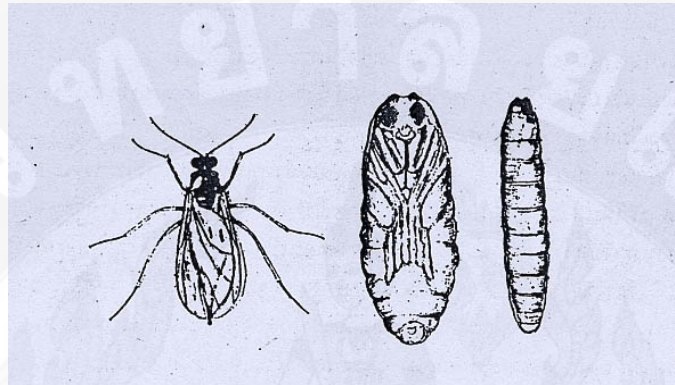


ภาพที่ 10.15 แสดงรูปร่างลักษณะของแมลงหวี่ฟอริด ในระยะตัวหนอน และ ตัวเต็มวัย

ที่มา : ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

แมลงหวี่เหี้ยริด (Sciarids)

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Sciara* spp. มีลักษณะเหมือนยุงแต่มีขนาดเล็กกว่า ลำตัวมีสีน้ำตาลปนเทา มีหนวดยาว ในระยะตัวอ่อนจะกัดกินปุ๋ยหมักและเส้นใยเห็ด และทำให้เห็ดตายได้ โดยจะเจาะเข้าไปทางโคนดอกเห็ด เมื่อฟาดดอกเห็ดจะพบหนอนนอนอยู่ภายในยาวประมาณ 4-8 มิลลิเมตร ส่วนตัวเต็มวัยจะมีความยาว 3-4 มิลลิเมตร (ภาพที่ 10.16)



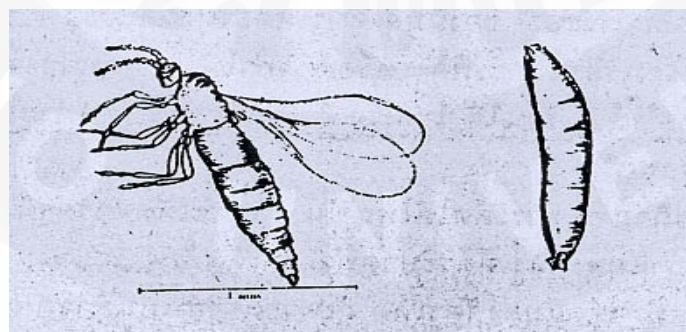
ภาพที่ 10.16 รูปร่างลักษณะของแมลงหวี่เหี้ยริด (Sciarids)

ระยะตัวเต็มวัย ตัวหนอนดักแด้ และ ตัวหนอน

ที่มา :ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

แมลงหวี่ซีซิด (Cecids)

มีขนาดลำตัวเล็กมาก ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร ตัวหนอนมีความยาว 1-2 มิลลิเมตร มีหลายสี ตัวหนอนพวกนี้ จะเข้าทำลายกัดกินเส้นใยเห็ด และดอกเห็ดทำให้ดอกเห็ดมีสีเหลืองสกปรกและมีกลิ่นเหม็น มีอัตราการขยายพันธุ์เร็วมากและชอบทำลายตรงบริเวณระหว่างดอกเห็ดกับขาเห็ด (ภาพที่ 10.17)



ภาพที่ 10.17 รูปร่างลักษณะของแมลงหวี่ซีซิด (Cecids) ระยะตัวหนอน

และตัวเต็มวัย

ที่มา :ปัญญา และ กิตติพงษ์ (2538)

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูเห็ด

1. ให้ทำความสะอาดบริเวณโรงเรือนและข้างโรงเรือน อย่าให้เป็นแหล่งเพาะและแพร่พันธุ์ของแมลง ส่วนปุ๋ยหมักที่ผ่านการเพาะแล้ว ควรนำออกจากฟาร์ม อย่าปล่อยทิ้งไว้เพราะแมลงจะวางไข่และแพร่พันธุ์ได้ง่าย
2. คลุกผสมปุ๋ยหมักที่ใช้เพาะเห็ดด้วย diazinon 2% ชนิดผงประมาณ 1 กิโลกรัม ต่อปุ๋ยหมัก 1,000 กิโลกรัม
3. ใช้สารฆ่าแมลงในกลุ่มไพรีธรัม กำจัดแมลงที่เป็นศัตรูเห็ด

ไรศัตรูเห็ดแชมปิญอง

ไร (mite) จัดเป็นแมลงศัตรูเห็ดที่สำคัญชนิดหนึ่งของเห็ดแชมปิญอง ส่วนใหญ่ไรพวกนี้จะติดมากับตอซังข้าว มูลไก่ ปุ๋ยหมัก ฯลฯ ไรพวกนี้นอกจากจะกินเส้นใยเห็ดเป็นอาหารแล้ว ยังก่อความรำคาญให้แก่ผู้เพาะ เช่น ไรพวก *Tarsonemus myceliophagus* Hussey นอกจากจะกินเส้นใยเป็นอาหารแล้วยังเป็นพาหะนำโรคไวรัสอีกด้วย นอกจากนี้พวก *Pygmephorus* ซึ่งจะทำลายแพร่ระบาดในกระบะเพาะแล้ว และเป็นพาหะนำโรคราเขียวมะกอก

ชนิดและอัตราสารฆ่าไร (กอบเกียรติ และคณะ, 2544)

1. abamectin (เวอร์ทิเมค Vertimec) อัตรา 20 ซีซี/น้ำ 20 ลิตร
2. pyridaben (แซนไมท์ Sanmite 20 WP.) อัตรา 15 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

วิธีใช้สารที่ถูกต้องวิธี

1. ใช้พ่นในระยะพักก่อนเห็ดในโรงเรือน ทิ้งไว้ประมาณ 15 วัน แล้วนำก้อนเชื้อใหม่เข้ามา
2. ใช้พ่นห้องถ่ายเชื้อ ก่อนถ่ายเชื้อจากหัวเชื้อสู่ก้อนเชื้อ
3. พ่นที่ถุงก้อนเชื้อระยะบ่มเส้นใย โดยผสมสารจับใบ

เห็ดเข็มเงิน เห็ดเข็มทอง

ความสำคัญและประโยชน์ทั่วไป

เห็ดเข็มเงินหรือเห็ดเข็มทองเป็นเห็ดชนิดเดียวกัน แต่เดิมนั้นเกิดขึ้นเองตามตอไม้ผุในป่า ต่อมาได้นำมาเพาะเลี้ยงและพัฒนาการขึ้นมาเรื่อย ๆ ถือเป็นเห็ดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่ง เห็ดเข็มเงินและเห็ดเข็มทองมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแตกต่างกันเล็กน้อย แต่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมือนกันทุกประการ ซึ่งประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และส่วนที่เป็นเถ้า ร้อยละ 3.12, 5.8, 3.3 และ 7.6 ตามลำดับ (ภาพที่ 10.18)



ภาพที่ 10.18 เห็ดเข็มเงิน หรือ เห็ดเข็มทอง อยู่ในสกุล *Flammulina* ในธรรมชาติ จะเจริญเติบโตตามตอไม้ผุ

ที่มา : Oei (1991)

การจำแนกเห็ดเข็มเงิน / เห็ดเข็มทอง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Flammulina velutipes* Karst.

ชื่อสามัญ เห็ดเข็มเงิน เห็ดเข็มทอง (golden needle mushroom, velvet stem collybia, velvet agaric)

Subdivision Basidiomycotina

Class Hymenomycetes

Subclass Holobasidiomycetidae

Order Agaricales (Agarics)

Family Tricholomataceae
Genus *Flammulina*
Specie *velutipes*

กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร โดยอาจารย์ดารา พวงสุวรรณ อดีตผู้เชี่ยวชาญพิเศษกรมวิชาการเกษตร ซึ่งได้เดินทางไปดูงานการเพาะเลี้ยงเห็ดเข็มเงินที่ประเทศญี่ปุ่น เมื่อเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2534 ได้นำเชื้อพันธุ์เห็ดเข็มเงินเข้ามาดำเนินการทดลองเพาะเลี้ยง ณ กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร ผลการทดลองมีแนวโน้มที่มีความเป็นไปได้จะเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดนี้ได้ในประเทศไทย หากได้มีการพัฒนาวิธีการเพาะและห้องเพาะเลี้ยงให้มีสภาพเหมาะสมคู่ค้ำกับการลงทุน (อัจฉรา และสุภาวดี, 2535)

ข้อแตกต่างของเห็ดเข็มเงิน กับ เห็ดเข็มทอง มีดังต่อไปนี้

เห็ดเข็มเงิน มีก้านดอกและหมวกดอกสีขาว เป็นเห็ดที่นิยมรับประทานกันมานานหลายศตวรรษ โดยที่ญี่ปุ่นได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงจากขอนไม้มาเพาะลงในถาดอาหารซีลี้อย จนกลายเป็นเห็ดเศรษฐกิจที่รู้จักกันดีในปัจจุบัน

เห็ดเข็มทอง เป็นเห็ดตระกูลเดียวกับเห็ดเข็มเงิน มีก้านดอกและหมวกดอกสีเหลืองทองและส่วนบริเวณโคนก้านมีสีน้ำตาลดำ นิยมเพาะเลี้ยงในประเทศจีน เพื่อสกัดเป็นเครื่องดื่มบำรุงสุขภาพ

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงให้ได้ผลผลิต

1. **การแยกเชื้อ** เชื้อเห็ดเข็มเงิน สายพันธุ์ที่นำมาศึกษานี้นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ในรูปก้อนเชื้อบรรจุในขวดพลาสติก ทำการแยกเชื้อบริสุทธิ์และศึกษาลักษณะทางชีววิทยาเบื้องต้นไว้ แม้เชื้อเห็ดเข็มเงินในอาหารวุ้น PDA เจริญเต็มจานแล้วขนาด 9 เซนติเมตร ภายในเวลา 10 วัน ขยายต่อลงในเมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งเส้นใยเห็ดเข็มเงินเจริญเต็มเมล็ดข้าวฟ่าง 100 กรัม ในเวลา 12 วัน

2. **การเตรียมอาหาร** วัสดุที่ใช้ผสมเป็นอาหารเพาะเลี้ยงเห็ดเข็มเงิน ประกอบด้วย

- ซีลี้อยไม้ยางพารา 75 กิโลกรัม
- รำละเอียด 20 กิโลกรัม
- ข้าวโพดบด 5 กิโลกรัม
- น้ำ 60 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

วัสดุทั้งหมดนี้นำมาคลุกให้เข้ากันอย่างดี จะมีความชื้น 60-65% นำอาหารที่เตรียมแล้วนี้ไปบรรจุในถุงพลาสติกทึบร้อน ขนาด 7x12 นิ้ว อัดให้แน่นจะได้ปริมาณอาหารถุงละ 600 กรัม (วิธีบรรจุเช่นเดียวกับการเตรียมอาหารเห็ดทั่วไป) ใส่คอขวด ปิดจุกสำลี แล้วหุ้มกระดาษป้องกันสำลีเปียก

3. การนึ่งอาหาร นำถุงอาหารที่เลื่อยผสมนี้ไปผ่านวิธีการพาสเจอร์ไรเซชัน โดยนึ่งในหม้อนึ่งไม่อัดความดัน อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือใช้วิธีสเตอริไรเซชันโดยนึ่งด้วยหม้อนึ่งอัดความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิประมาณ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 - 2 ชั่วโมง

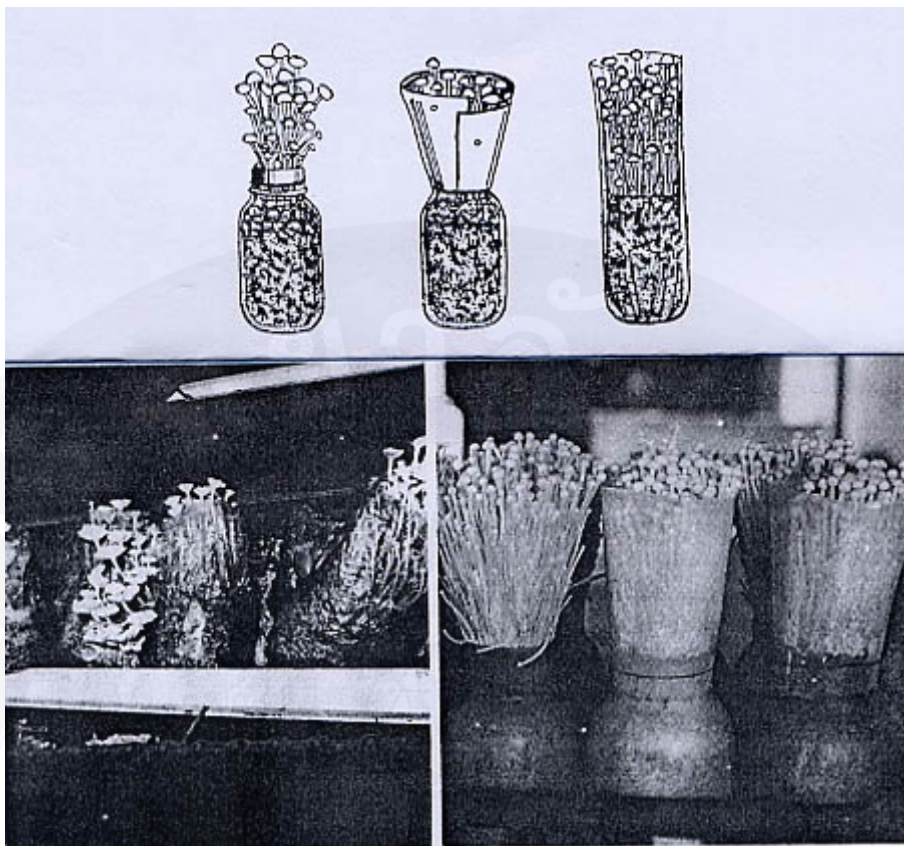
4. การใส่เชื้อเห็ดเข็มเงิน ถุงอาหารที่เลื่อยผสม ซึ่งผ่านการนึ่งแล้วทั้งไว้ให้เย็นลง นำมาใส่เชื้อเห็ดเข็มเงินที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่าง ถุงละ 15-20 เมล็ด

5. การบ่ม นำถุงอาหารที่เลื่อยผสม ซึ่งใส่เชื้อเห็ดเข็มเงินแล้ว ไปบ่มเส้นใยไว้ในห้อง อุณหภูมิประมาณ 20-21 องศาเซลเซียส

การปฏิบัติในระยะให้ผลผลิต

1. เมื่อเส้นใยเห็ดเข็มเงินเจริญเต็มถุง ย้ายถุงเพาะเลี้ยงไปยังห้องเปิดดอกซึ่งมีอุณหภูมิ 13-15 องศาเซลเซียส ความชื้น 80-85% เปิดจุกสำลีออก

2. เมื่อเกิดดอกเห็ดเล็กๆ ให้แสงและถอดคอขวดออก ปล่อยให้ดอกสูงประมาณ 2-3 เซนติเมตร จึงใช้ไม้วนกระดาษสาครอบถุงเห็ด ก้านดอกเห็ดจะชูหาแสงสว่าง ทำให้ก้านยาวและหมวกดอกโตอย่างสมบูรณ์ ช่วงนี้ปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 16-18 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 10.19)



ภาพที่ 10.19 เมื่อดอกเห็ดมีความสูง 2-3 เซนติเมตร จะใช้ไม้วนกระดาดห่อก้อนเห็ดเพื่อพรางให้ดอกเห็ดมีลักษณะเป็นกลุ่ม (ภาพบน) เปรียบเทียบการไม่ห่อดอกเห็ด กับการห่อ นอกจากช่วยพรางก้อนดอกเห็ดแล้วยังมีผลให้ดอกเห็ดยืดตัวยาวอย่างรวดเร็ว (ภาพล่างซ้าย) การเพาะเลี้ยงในถุงก้อนเห็ด (ภาพล่างขวา) การเพาะเลี้ยงในขวดพลาสติก

ที่มา : Oei (1991)

การเก็บเกี่ยวผลผลิต

ก้านดอกเห็ดยาวประมาณ 12-14 เซนติเมตร หมวกดอกจะมีขนาด 1-2 เซนติเมตร จัดเก็บดอกเห็ด โดยจับบริเวณโคนดอกบิดแล้วดึงให้หลุดออกทั้งกอ เพราะบริเวณโคนดอกจะเชื่อมติดกันด้วยเส้นใยเห็ด ดอกเห็ดเข็มเงินเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 7 วัน โดยยังคงความสดและสีไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ระยะเวลาสร้างตุ่มดอกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตใช้เวลา 25-28 วัน ให้ผลผลิต 150-200 กรัม/ขวด

การเพาะเลี้ยงเห็ดเข็มเงิน เข้มทอง สามารถสรุปเป็นระยะการเจริญเติบโตในระยะเวลา (จำนวนวัน) ออกเป็นตาราง รวมทั้งผลผลิตที่จะได้รับต่อถุงก้อนเห็ดหนัก 600 กรัม ดังรายละเอียดในตารางที่ 10.3

ตารางที่ 10.3 การเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ ของเห็ดเข็มเงิน

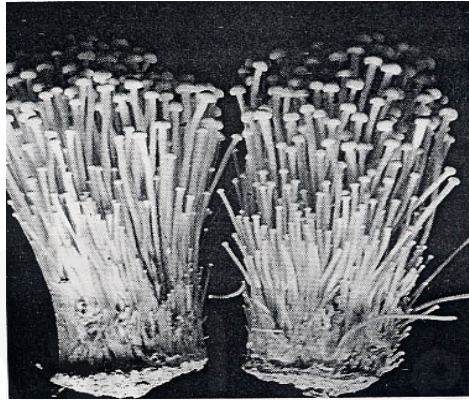
ระยะ	เวลา (วัน)
- แม่เชื้อในอาหารรุ้น (จานแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร)	10
- เชื้อเต็มในเมล็ดข้าวฟ่าง (100 กรัม)	12
- เชื้อเต็มในถุงขี้เลื่อย (600 กรัม)	45
- พักถุง	15
- ระยะเวลาในการผลิตเห็ดทั้งหมด	180
- ผลผลิต (กรัม)	50-150

ที่มา : อัจฉรา (2535)

อนาคตตลาดเห็ดเข็มเงินในประเทศไทย

เห็ดเข็มเงิน เป็นเห็ดเศรษฐกิจของประเทศญี่ปุ่น ได้หวั่น เกาหลี ฯลฯ นำเข้ามาขายในประเทศไทย ในราคากิโลกรัมละหลายร้อยบาท เพราะต้องขนส่งทางเครื่องบิน ราคาซื้อขายในประเทศญี่ปุ่น ไม่ต่ำกว่ากิโลกรัมละ 200-300 บาท (ภาพที่ 10.20)

การเพาะเลี้ยงในประเทศไทย ควรเพาะเลี้ยงในบริเวณพื้นที่สูงทางภาคเหนือ ในช่วงอากาศหนาวเย็น และหากมีการพัฒนาห้องเพาะเลี้ยงให้คุ้มค่าการลงทุน หรือปรับปรุงสายพันธุ์เห็ดเข็มเงินให้สามารถเพาะได้ในอุณหภูมิสูงขึ้นแล้ว ในอนาคตเราคงจะมีโอกาสได้รับประทานเห็ดชนิดนี้กันมากขึ้น ในราคาที่ไมแพงมากนัก



ภาพที่ 10.20 ดอกเห็ดเข็มเงิน เข็มทอง ที่เก็บเกี่ยวพร้อมจะนำบรรจุ
เพื่อจำหน่ายในตลาด
ที่มา :Oei (1991)

เห็ดพิษ

ประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในสภาพธรรมชาติ เห็ดเหล่านี้สามารถนำมาประกอบอาหารได้ แต่ในขณะเดียวกันเห็ดบางชนิดอาจเป็นเห็ดพิษ หรือเห็ดเมาที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และความเป็นพิษอาจทำให้เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ เห็ดที่สามารถนำมาบริโภคได้อย่างปลอดภัยมีอยู่เป็นจำนวนมาก แต่จะมีเห็ดพิษหรือเห็ดเมาอยู่ไม่ถึง 100 ชนิด เห็ดพิษที่จัดว่าร้ายแรงที่สุดได้แก่ เห็ดในสกุล *Amanita* และสกุล *Helvella* ส่วนในสกุลอื่นๆ ไม่เป็นอันตรายมากนักอาจทำให้เกิดอาการมึนเมาเท่านั้น

ระดับความเป็นพิษ

เห็ดพิษหรือเห็ดเมา สามารถจำแนกระดับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นได้เป็น 3 ระดับ

1. มีพิษรุนแรง ทำให้เสียชีวิตได้
2. มีพิษรุนแรง ไม่ถึงกับเสียชีวิต
3. เป็นพิษระดับอ่อน หรือเป็นเห็ดเมา

สารพิษที่พบในเห็ด

ปัญญา และกิตติพงษ์ (2538) ได้กล่าวถึงสารพิษที่พบในเห็ดและเห็ดพิษที่พบในไทยไว้ ดังนี้ จากการศึกษาเห็ดที่เป็นพิษต่อมนุษย์ หรือเห็ดเมา พบว่ามีเห็ดหลายชนิดที่เป็นเห็ดพิษ ได้แก่ *Amanita muscaria*, *Amanita phalloides*, *Corpinus atramentarius* ฯลฯ เห็ดพวกนี้มีสารพิษที่มีฤทธิ์แตกต่างกัน ซึ่งจำแนกออกได้ 7 ชนิด คือ

1. **สารพิษพวกอะมานิติน (Amanitin) หรืออะมานิต้า ท็อกซิน (Amanita toxin)** จัดเป็นสารพิษที่ทำลายเซลล์เกือบทุกส่วนของร่างกาย โดยเฉพาะที่ตับ หัวใจ และไต จึงจัดเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายสูง

ลักษณะของสารพิษ จัดเป็นกลุ่ม Cyclopeptides ประกอบด้วย Phalloidin, α - amanitin, β - amanitin และ γ - amanitin

ลักษณะอาการเป็นพิษ สารที่จัดเป็นพิษร้ายแรงต่อมนุษย์ก็คือ สารแอลฟา อะมานิติน (Alpha amanitin) สารพวกนี้จะทำลายเซลล์เกือบทุกส่วนของร่างกาย จัดเป็นสารพิษแบบ protoplasmic poison อาการจะแสดงออกหลังจากรับประทานเห็ดแล้ว 6-12 ชั่วโมง บางรายอาจถึง 24 ชั่วโมง โดยจะเริ่มมีอาการผิดปกติเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร ผู้ที่ได้รับสารพิษจะอาเจียนอย่าง

รุนแรง และท้องเดินไม่หยุด ต่อมาจะเกิดอาการเป็นตะคริว ความดันโลหิตต่ำ จะตายในที่สุด เพราะสารพิษพวกนี้จะทำลายเซลล์ของตับ หัวใจ และไต ผู้ที่ได้รับสารพิษอาจตายได้ในระยะแรกที่ตับบวมโต เจ็บบริเวณตับ บางรายอาจเป็นดีซ่าน ต่อมาจะล้มป่วย ในรายที่หายป่วยจากอาการแทรกที่ตับคือตับบวมโต และไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ

การปฏิบัติดูแลรักษาผู้ที่ได้รับสารพิษ ในเห็ดพิษพวก *Amanita phalloides*, *Amanita virosa* และ *Amanita verna* ควรปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

- เมื่อผู้ป่วยรับประทานเห็ดพิษที่มีสารอะมานิตินเข้าไป ให้ทำให้อาเจียนก่อน (induce vomiting) โดยการล้วงคอให้ผู้ป่วยอาเจียนเอาเศษเห็ดที่เหลืตกค้างอยู่ในกระเพาะอาหารออกให้หมด
- หลังจากนั้นให้ล้างกระเพาะ (gastric lavage) โดยการใช้น้ำสุกประมาณ 2-4 ลิตร ผสมกับผงถ่าน (activated charcoal) ช่วยชะล้างเศษชิ้นส่วนของเห็ด พร้อมกับดูดสารพิษออกมา จากนั้นให้ทำการสวนอุจจาระ เพื่อไม่ให้เศษเห็ดหลงเหลืออยู่ในระบบทางเดินอาหาร
- ฉีดกลูโคส (Glucose N.S.S) ทางเส้นเลือด จากนั้นจึงให้ methionine และวิตามินบำรุงตับ บางครั้งอาจใช้ Thiocic acid ผสมกับกลูโคส หรือน้ำเกลือเข้าทางเส้นเลือดดำ 300-500 มิลลิกรัมต่อวัน วิธีการนี้สามารถช่วยรักษาดับและไตให้ดีขึ้น
- การใช้ Antiphalloid serum เป็นวิธีการที่ใช้ในประเทศฝรั่งเศส วิธีการนี้ เรียกว่า Antidose ในขณะนี้ได้เห็นทดลองในสัตว์ ปรากฏว่าได้ผลดีโดยใช้ Cytochrome C.
- การถ่ายพิษในกระเพาะออกโดยวิธีการ Hemodialysis บางแห่งใช้สารพวกเพนิซิลลิน (Penicillin) ร่วมกับคลอแรมเฟนิคอล (Chloramphenicol) และ Sulphamethoxazole จะช่วยขับถ่ายสารพิษพวก Amanitin โดยสารดังกล่าวจะเข้าแย่งที่ plasma albumin binding site ของ Amanitin ทำให้สารพิษถูกขับออกมาได้ง่าย

2. สารพิษพวกมัสคารีน (Muscarine) สารพวกนี้พบในเห็ดพวกอะมานิต้า มัสคาเรีย (*Amanita muscaria*) อะมานิต้า แพนเธอริน่า (*Amanita pantherina*) และยังพบในเห็ดพวกอินซัยเบ (*Inocybe* sp.)

ลักษณะอาการผู้ได้รับสารพิษ สารพิษพวกนี้กระตุ้นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่เรียกว่า พาราซิมพาเทติก (parasympathetic) ทำให้ผู้ได้รับสารพิษเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ชีพจรเต้นช้า และไม่เป็นจังหวะ รูม่านตาหดแคบ หายใจไม่สะดวก เหงื่อแตก น้ำตาและน้ำลายไหล อาการจะเริ่มปรากฏหลังจากรับประทานแล้ว 15-20 นาที

การปฏิบัติดูแลผู้ได้รับสารพิษ ถ้าผู้ป่วยได้รับสารพิษพวก มัสคารีน ควรปฏิบัติแก้ไข ดังนี้

- ทำให้ผู้ที่ได้รับสารพิษอาเจียนโดยการล้วงคอ แล้วล้างกระเพาะอาหารด้วยน้ำสุก 2-4 ลิตร ผสมกับผงถ่าน charcoal และทำการสวนอุจจาระ

- ให้ใช้วิธี Antidote โดยการฉีด Atropine sulfate เข้าใต้ผิวหนัง โดยการฉีดครั้งละ 0.5-1.0 มิลลิกรัม ถ้าจำเป็นอาจฉีดทุกๆ ครึ่งชั่วโมงได้

3. สารเตตราเอธิลไธแรมไดซัลไฟด์ (Tetraethylthiuram disulfide-like substance) เป็นสารพิษที่จะเกิดเป็นพิษก็ต่อเมื่อรวมกับแอลกอฮอล์แล้ว เติมน้ำสามารถนำมารับประทานเป็นอาหารได้ โดยไม่เป็นอันตราย แต่ถ้ารับประทานร่วมกับเหล้าหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์จะแสดงอาการของพิษออกมาได้

ลักษณะอาการผู้ได้รับสารพิษ สำหรับผู้ที่รับประทานเห็ดที่มีสารพิษพวกนี้เข้าไปจะแสดงอาการ ดังนี้

- การแสดงอาการเป็นพิษแบบ TETD-ethanol reaction ทำให้แอลกอฮอล์ไม่ถูกขับถ่าย หรือถูกเผาผลาญตามปกติ จึงเกิดอาการเมาค้าง
- ถ้ารับประทานเห็ดแกล้มเหล้า จะเกิดอาการหลังจากรับประทานเห็ดเข้าไป 1-2 ชั่วโมง ถ้าไม่รับประทานเห็ดแกล้มเหล้า แต่ดื่มเหล้าภายใน 48 ชั่วโมงหลังจากรับประทานเห็ด ก็เกิดอาการเป็นพิษได้เช่นกัน

- ผู้ได้รับสารพิษจะหายใจหอบ ใจสั่น หน้าแดง ชีพจรเต้นเร็ว แต่ไม่อาเจียนหรือท้องเดิน

การปฏิบัติดูแลผู้ได้รับสารพิษ ควรปฏิบัติดังนี้

- ผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษไม่มากนัก จะแสดงอาการเป็นพิษไม่นานแล้วหายไปเอง
- ถ้าผู้ป่วยมีอาการหนัก ควรแก้ไขโดยทำให้อาเจียน โดยล้วงคอแล้วล้างกระเพาะ

4. สารคล้ายเรซิน (Resin-like substance) สารพิษพวกนี้พบในเห็ดบางพันธุ์ที่อยู่ในสกุลอะการ์ริคัส (Agaricus) โบเลทัส (Boletus) แคนธारेลลัส (Cantharellus) รัสซูล่า (Russula) คลาวาเรีย (Clavaria) ไคลโตไซเบ (Clitocybe) พาสซิลลัส (Paxillus) ฯลฯ

ลักษณะอาการของผู้ได้รับสารพิษ ผู้ที่ได้รับสารพิษพวกนี้ จะแสดงอาการดังนี้

- สารพิษพวกนี้มีฤทธิ์ระคายเคืองต่อระบบทางเดินอาหาร อาการจะแสดงออกหลังจากรับประทานเห็ดเข้าไปแล้ว ½ - 2 ชั่วโมง

- ผู้ที่ได้รับสารพิษจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน และรู้สึกปวดมวนในท้อง

การปฏิบัติดูแลผู้ที่ได้รับสารพิษ ให้ใช้วิธีล้างกระเพาะ คล้ายกับการปฏิบัติดูแลผู้รับสารพิษพวก Amanitin

5. สารพิษพวกซีโลไซบินและซีโลซิน (Psilocybin and Psilocin) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของทryptامين (Tryptamine derivative)

ลักษณะอาการของผู้ได้รับสารพิษ ผู้ที่ได้รับสารพิษชนิดนี้ จะแสดงอาการดังนี้

- สารพิษพวกนี้มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดจิตประสาทหลอน
- ผู้ที่ได้รับสารพิษ จะเกิดอาการภายในเวลา 30-60 นาที หลังจากรับประทานเห็ดเข้าไป

ส่วนอาการของประสาทหลอนจะเกิดนานประมาณ 5-10 ชั่วโมง

การปฏิบัติดูแลรักษาผู้ได้รับสารพิษ ปฏิบัติดูแลผู้ที่ได้รับสารพิษคล้ายกับผู้ได้รับสารพิษพวกอะมานิติน

6. สารพิษพวกเฮลเวลลิด แอซิด (Helvellic acid) จัดเป็นสารพิษที่พบอยู่ในเห็ดพวกเฮลเวลล่า เอสคูเลนต้า (*Helvella esculenta*) เฮลเลล่า ไกแกส (*Helvella gigas*) และเฮลเวลล่า อันเดอร์วูดดิไอ (*Helvella under woodii*)

ลักษณะอาการผู้ได้รับสารพิษ สารพิษพวกนี้มีฤทธิ์เป็น protoplasmic poison ต่อเซลล์ต่างๆของร่างกาย เซลล์ที่ได้รับอันตรายมากที่สุดคือเซลล์ของตับ อาการของพิษจะแสดงออกมาปรากฏให้เห็นหลังจากรับประทานอาหารเข้าไป 6-10 ชั่วโมง ผู้ป่วยหรือผู้ที่ได้รับสารพิษจะอาเจียน ปวดมวนบริเวณท้องได้ลิ้นปี่ ลักษณะอาการคล้ายผู้ได้รับสารพิษอะมานิติน แต่ไม่มีอาการท้องเดิน

การปฏิบัติดูแลรักษาผู้ได้รับสารพิษ ปฏิบัติคล้ายกับผู้ได้รับสารพิษพวก อะมานิติน

7. สารพิษพวกพิลซาโทรปีน (Pilzatrophine) ซึ่งอาจเรียกว่า อะโทรปีน (atropine) หรือ มัสคาริดีน (muscaridine) เป็นสารพิษที่พบในเห็ดอะมานิต้า มัสคาเรีย (*Amanita muscaria*) อะมานิต้าแพนเธอริน่า (*Amanita pantherina*) แต่ปริมาณของสารพิษจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของดินและสภาพแวดล้อมที่เห็ดเจริญเติบโต โดยเฉพาะเห็ดที่เจริญแถบไซบีเรีย พบว่ามีปริมาณสารพิษค่อนข้างสูง

ลักษณะอาการของผู้ได้รับสารพิษ เป็นสารพิษที่มีฤทธิ์ตรงข้ามกับมัสคาริโน หรือเป็นสารพิษที่ยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเธติก คล้ายกับการถูกพิษพวกอะโทรปีน อาการของผู้ที่ได้รับสารพิษจะปรากฏออกมาให้เห็นหลังจากรับประทานเห็ดพิษ ½ - 2 ชั่วโมง ผู้ที่ได้รับสารพิษจะมีอาการกระสับกระส่าย ตาพร่ามัว ภูมิคุ้มกันตายายกว้าง บางครั้งผู้ได้รับสารพิษเพื่อคลั่ง ชีพจรเต้นเร็ว และอาจหมดสติ แต่จะฟื้นขึ้นมาเองภายใน 24 ชั่วโมง

การปฏิบัติดูแลรักษาผู้ได้รับสารพิษ ควรปฏิบัติดังนี้

- ล้างคอให้อาเจียนเอาเศษชิ้นส่วนของเห็ดออกมา ตามด้วยการล้างกระเพาะ โดยการใช้น้ำสุก 2-4 ลิตร ผสมกับผงถ่าน และควรทำการสวนอุจจาระด้วย
- ฉีด Pyridostigmine bromide (Mestinon of Roche) จำนวน 1-2 มิลลิกรัม เข้ากล้ามเนื้อด้วย

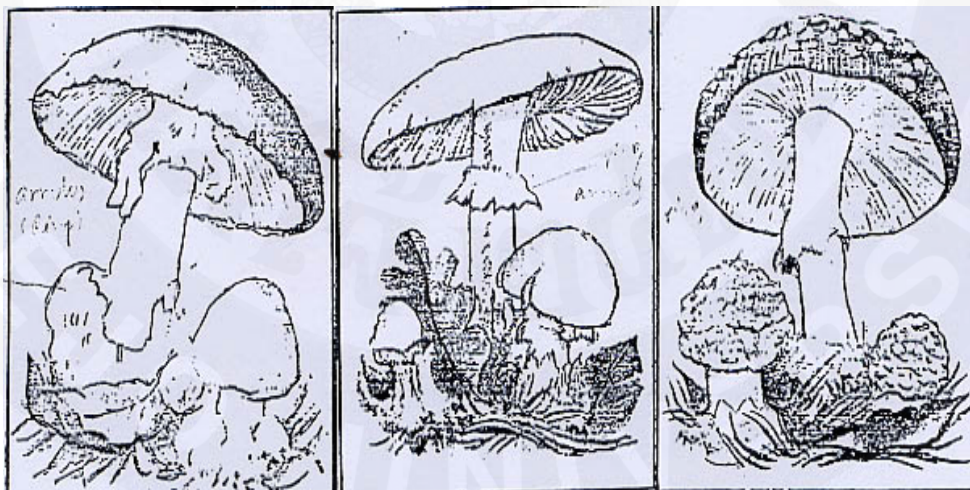
เห็ดพิษในสกุลอะมานิต้า

เห็ดที่เป็นพิษร้ายแรง จัดเป็นเห็ดในสกุลอะมานิต้า เห็ดพวกนี้มีหลายชนิด คือ

- อะมานิต้า ฟัลลอยด์ (*Amanita phalloides*)
- อะมานิต้า ไวโรซ่า (*Amanita virosa*)
- อะมานิต้า เวอร์น่า (*Amanita verna*)
- อะมานิต้า แพนเทอร์น่า (*Amanita pantherina*)
- อะมานิต้า มัสคาเรีย (*Amanita muscaria*)

สำหรับเห็ดพวกอะมานิต้า แพนเทอร์น่า อะมานิต้า มัสคาเรีย มีความเป็นพิษร้ายแรงไม่มาก เห็ดในสกุลนี้มีหลายชนิดที่สามารถนำมารับประทานได้ เห็ดในสกุลอะมานิต้าที่เป็นพิษ มีลักษณะเด่นที่สำคัญ ดังนี้

1. หมวกดอก (cap) หมวกดอกของเห็ดในสกุลอะมานิต้ามีหลายสี
2. ครีบดอก (gills) และสปอร์มีสีขาว
3. วงแหวน (ring) ตามปกติเป็นพวกเนื้อเยื่อ ที่ติดกับครีบข้างใต้หมวกดอก เมื่อดอกเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่ เนื้อเยื่อพวกนี้จะฉีกขาดเหลือเป็นเยื่อบางๆ รอบก้านดอก ซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วย หุ้มโคนดอกเห็ด (ภาพที่ 11.1)



ภาพที่ 11.1 จากซ้ายมือ *Amanita phalloides*, *A. verna* และ *A. muscaria*
ที่มา : สุมาลี (2539)

สำหรับในประเทศไทยของเรา ทุกปีจะมีชาวคนบริโภคเห็ดพิษที่สำคัญผิดคิดว่ากินได้หรือเหมือนกับที่เคยกิน แล้วเกิดเป็นอันตรายและบ่อยครั้งถึงแก่ชีวิต โดยเฉพาะทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งนิยมบริโภคเห็ดป่ามากกว่าภาคอื่น เช่น เห็ดไข่ห่านดินตัน(มีพิษ) ที่เมื่อยังอ่อนอยู่จะคล้ายกับเห็ดไข่ห่าน (ไม่มีพิษ) มาก (อนงค์, 2539) เห็ดสกุล *Amanita* ที่พบในประเทศไทยในฤดูฝนเป็นจำนวนมากนั้นแบ่งออกได้เป็นเห็ดกินได้ และเห็ดพิษที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน และเกิดความเข้าใจผิดเสมอ

เห็ดกินได้

เห็ดระโงกสีขาวและเหลือง (อีสาน) หรือเห็ดไข่ห่านขาว(เหนือ) ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Amanita princeps* Corner et Bas เห็ดระโงกทั้งชนิดขาวและเหลืองเป็นเห็ดที่รับประทานได้ ไม่มีพิษ มีรสชาติหวานอร่อยและมีกลิ่นหอมเฉพาะของเห็ดชนิดนี้ เมื่อถูกความร้อนโพลีแซคคาไรด์ที่อยู่ผิวของสาวย่อยจะพองน้ำ ทำให้มีเมือกออกมาเล็กน้อยในอาหารที่ปรุง โพลีแซคคาไรด์จะยังมีเพิ่มขึ้น เมื่อต้มกับน้ำเป็นระยะเวลาพอเหมาะ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นเมือกกรอบๆ ชิ้นส่วนของเห็ด เมื่อนำมาปรุงรสกับเครื่องแกงป่าหรือแกงผสมกับน้ำคั้นจากใบย่านาง จะทำให้เพิ่มรสชาติและความหอม (สุมาลี, 2539)



ภาพที่ 11.2 ลักษณะของเห็ดระโงกขาว

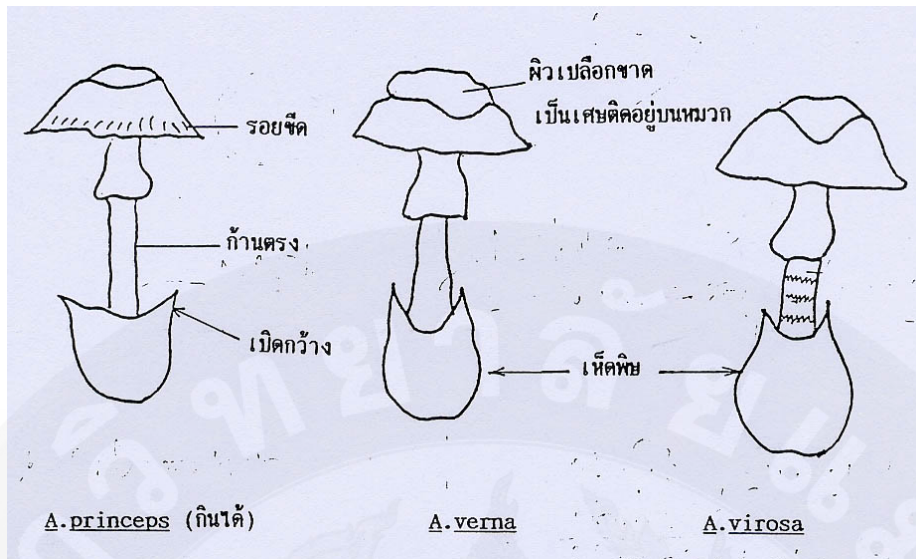
เห็ดพิษ

เห็ดระโงกหิน มี 2 ชนิด คือ *Amanita verna* และ *A.virosa* เห็ดระโงกหินหรือเห็ดไข่ห่านดินตัน เป็นเห็ดพิษร้ายแรงมาก คนไข้อาจตายภายใน 4-6 ชั่วโมง โดยมีอาการต่อเนื่องหลังจากกินเห็ดแล้ว พิษจะเข้าไปในกระแสเลือด คนไข้มีอาการท้องเดิน ปวดท้องอย่างรุนแรง อาเจียน เวียนศีรษะ ใจสั่น อ่อนเพลีย อาการอาจจะฟื้นดีขึ้นระยะหนึ่ง แล้วก็กลับเป็นขึ้นมาอีก เนื่องจากพิษไปทำลายเซลล์ตับและไต คนไข้จะถึงแก่ความตายในเวลาต่อมา การล้างท้องโดยเร็ว และได้รับการรักษาอย่างถูกวิธี จะทำให้อาการป่วยทุเลาหลังจากนั้นเป็นเวลาหลายสัปดาห์ แต่ตับได้ถูกทำลายแล้วอย่างถาวร ส่วนมากคนไข้จะตาย ต่างประเทศจึงเรียกเห็ดชนิดนี้ว่า เห็ดพิษตายสนิท (deadly poisonous mushroom)

ลักษณะ

ดอกเห็ดอ่อนเป็นก้อนกลมสีขาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-6 เซนติเมตร แล้วแต่ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งเกิด ดอกจะยัดเป็นรูปไข่ โดยผิวด้านบนบางและแตกออกเป็นรูปถ้วยรองรับ และบางส่วนติดอยู่ที่ผิวหมวก ก้านและหมวกที่เจริญเติบโตสูงขึ้นไป หมวกกางออกคล้ายร่มสีขาว เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร ผิวเรียบ หนืดมือเมื่อเปียกน้ำ ด้านล่างมีครีบขาว และมีแผ่นบางๆ ปิด ซึ่งต่อมาจะฉีกขาดจากขอบหมวก เหลือเพียงส่วนที่ห้อยติดอยู่กับก้าน ซึ่งอาจหลุดหายไปตอนเก็บเห็ด ก้านยาว 5-12 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-2 เซนติเมตร โคนโป่งเป็นกระเปาะเล็กน้อย เห็ดนี้มีสปอร์สีขาว และเหมือนกับเห็ดไข่ห่านขาวชนิดกินได้มาก แต่ชนิดกินได้ *Amanita princeps* Corner มีรอยขีดเล็กๆ สั้นๆ รอบขอบหมวกเห็นได้ชัด เปลือกหุ้มดอกไม่เชื่อมติดกันแน่นเหมือนเห็ดพิษเห็ดไข่ห่านขาวชนิดกินได้มีดอกขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลาง 3-20 เซนติเมตร ก้านใหญ่ 1.5-2.5 เซนติเมตร

นอกจากนี้มีเห็ดพิษระโงกหินอีกชนิดหนึ่ง คือ *Amanita virosa* ซึ่งคล้ายเห็ดระโงกหินดินตัน แต่มีขนสีขาวที่ก้าน (ภาพที่ 11.3)



ภาพที่ 11.3 เปรียบเทียบเห็ดทั้ง 3 ชนิด

ที่มา : สุมาลี (2539)

เห็ด *Chlorophyllum molybdites* Mass.

ชื่อพื้นเมือง เห็ดหัวกรวดครีบเขียว หรือเห็ดกระดองตีนดำ

เป็นเห็ดพิษอีกชนิดหนึ่ง มีลักษณะคล้ายเห็ดกระดองซึ่งเป็นเห็ดกินได้มาก แต่พวกที่กินได้มีก้านยาวกว่า เห็ดพิษชนิดนี้ชอบขึ้นตามสนามหญ้าเป็นวง ดอกมีลักษณะน่ารับประทาน มีชุกในฤดูฝน ถ้านำไปต้มน้ำจะมีสีดำติดกับเห็ดพิษพวกแรกซึ่งน้ำต้มจะไม่เปลี่ยนสี พิษของเห็ดจะทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน เวียนศีรษะ อ่อนเพลีย ใจสั่น ซึ่งมีอาการอยู่ 2-3 วัน แล้วแต่ภูมิคุ้มกันและปริมาณที่ได้รับ สำหรับเด็กอาจถึงแก่ความตาย

ลักษณะ

เห็ดหัวกรวดครีบเขียวที่มีพิษนี้มีก้านสูงเพียง 5-10 เซนติเมตร หมวกสีขาวรูปคล้ายกระทะคว่ำ เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 เซนติเมตร มีเกล็ดขนาดใหญ่สีน้ำตาล และขนประปรายโดยเฉพาะกลางหมวก ด้านล่างมีครีบสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนและสีเขียวหม่นในเวลาต่อมาตามสีของสปอร์ซึ่งเป็นสีเขียวอ่อน ก้านดอกสีนวล ผิวเรียบ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร โดยก้านโป่งเกือบเป็นกระเปาะ บนก้านมีวงแหวนสีขาวซึ่งหนาเป็น 2 ชั้น ซึ่งรูดขึ้นลงได้เมื่อดอกแก่

เห็ดกระดองกินได้

มี 2 ชนิด คือ เห็ด *Macrolepiota procera* และ *M. gracilentia*

ลักษณะ

คล้ายเห็ดกระดองพิช แต่ก้านดอกยาวกว่า คือ ยาว 10-20 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 1-2 เซนติเมตร โคนโป่ง บนก้านมีวงแหวนรูได้แบบเดียวกัน หมวกสีขาวและไม่เปลี่ยนสีเมื่อดอกแก่ สปอร์มีสีขาว ชนิดแรกมีเกล็ดใหญ่สีน้ำตาลเข้มบนหมวก ส่วนชนิดที่สองมีเกล็ดขนาดเล็กคล้ายจุดสีน้ำตาลเรียงเป็นรัศมีบนหมวกสีขาว

เห็ดอีกกลุ่มหนึ่งที่มีระดับความเป็นพิษในระดับเห็ดเมา และอาจมีพิษรุนแรงจนถึงกับเสียชีวิต คือ เห็ดขี้ควาย *Psilocybe cubensis* Sing. ขึ้นอยู่ตามมูลควาย พบทั่วไปแทบทุกภาคของประเทศไทย ชื่อสามัญ คือ Magic mushroom รูปร่างของเห็ดจะมีก้านยาวสีขาวอมเหลืองซีดและตอนบนของก้านมีวงแหวนที่แผ่ออกมามีสีขาว สารที่เป็นยาเสพติดในเห็ดขี้ควาย คือ ไฮโลซิน (Psilocin) และไฮโลไซบิน (Psilocybin) ออกฤทธิ์ทำให้เกิดประสาทหลอน ทำลายระบบประสาทอย่างรุนแรง มีอาการมึนเมาจนอาจถึงแก่ชีวิต แต่ถ้ารับประทานไม่มาก จะเกิดอาการประสาทหลอนและจะกลับเป็นปกติได้ภายใน 5-10 ชั่วโมง

เห็ดชนิดนี้ในเม็กซิโกได้แต่เดิมนิยมนำมาใช้ประกอบในพิธีกรรม เริ่มแรกเมื่อรับประทานจะรู้สึกร้อนวูบวาบตามเนื้อตัว แ่นหน้าอก ตาพร่า อึดอัด คลื่นไส้อาเจียน หากร่างกายแข็งแรง และรับประทานไม่มาก จะมีอาการมึนเมา ประสาทหลอน ความคิดสับสน อารมณ์แปรปรวน ถ้ารับประทานมากจะเกิดอาการเพ้อ บ้าคลั่งได้ (เพยาร์, 2539)

ข้อแนะนำก่อนบริโภคเห็ดป่า หรือ เห็ดธรรมชาติ

สาริต (2539) ได้ให้ข้อแนะนำในการบริโภคเห็ดป่าที่เกิดขึ้นในฤดูฝนในสภาพธรรมชาติและเป็นเห็ดที่กินได้ เช่น เห็ดโคน เห็ดเผาะ เห็ดตับเต่า เห็ดไข่ห่าน เห็ดตะไคล หรือเห็ดหล่มกระเชียว ฯลฯ แต่ยังมีเห็ดที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเห็ดกินได้อีกหลายชนิด ที่เป็นพิษและมีอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

การบริโภคเห็ดธรรมชาติมีข้อแนะนำ ดังนี้

1. ต้องรู้แหล่งที่มาของเห็ดว่าเก็บมาจากบริเวณที่เคยมีเห็ดพิษเกิดขึ้นหรือไม่ ในการเก็บต้องมีผู้มีประสบการณ์อยู่ร่วมด้วยเสมอ
2. ควรสอบถามดูว่า เคยมีผู้บริโภคเห็ดนั้นมาก่อนหรือไม่ ไม่ควรลองกินโดยไม่มีข้อมูล
3. ไม่ควรปรุงอาหารโดยใช้เห็ดป่าหลายชนิดรวมกัน ควรแยกออกเสียก่อน
4. หากไม่แน่ใจ ไม่มีข้อมูลเพียงพอ ไม่ควรบริโภคเป็นอันขาด และไม่ควรบริโภคเห็ดธรรมชาติสดๆ หรือเห็ดที่ทำไม่สุก เห็ดบางชนิดเมื่อถูกความร้อนพิษบางอย่างสลายไป
5. ไม่ควรนำเห็ดธรรมชาติไปปรุงอาหารจนหมด ควรเก็บดอกอ่อนและดอกแก่ไว้อย่างละ 1 ดอก เพื่อนำส่งแพทย์เพื่อใช้วิเคราะห์ในกรณีเกิดความผิดปกติ

6. การใช้ช้อนเงิน งาช้าง ข้าวสาร หัวหอม หรือร่องรอยการทำลายจากหนอนแมลงและสัตว์เพื่อพิสูจน์พิษเห็ดไม่ได้ เพราะสารพิษในเห็ดมีหลากหลายไม่เหมือนสารพิษสังเคราะห์ที่มีธาตุโลหะหนักทั่วไป

7. ไม่ควรเก็บเห็ดในบริเวณที่มีสารพิษตกค้างมารับประทาน

การแก้ไขเมื่อรับประทานเห็ดพิษ

1. เมื่อพบอาการผิดปกติให้เตรียมการไปพบแพทย์ทันที และบรรเทาอาการเริ่มต้นด้วยการทำให้เกิดการอาเจียนออกมาให้มากที่สุด โดยการให้ดื่มน้ำอุ่น 1 ลิตร ผสมกับเกลือ 1 ช้อนโต๊ะ (0.9 normal saline) หากผู้ป่วยหมดสติอาจต้องใช้วิธีปั๊มเข้าทางจมูก แล้วล้างคอ ห้ามใช้วิธีนี้กับเด็กที่อายุต่ำกว่า 5 ขวบ
2. รวบรวมเห็ดที่เหลือหรือที่เก็บไว้ เศษอาหารจากการปรุง และส่วนที่อาเจียนออก นำส่งแพทย์ที่ทำการรักษา

บทที่ 12

แนวทางในการปรับปรุงพันธุ์เห็ด

ในการเลี้ยงสัตว์หรือปลูกพืชใดๆ ก็ตาม การเริ่มต้นโดยใช้พันธุ์ดีนั้น เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะการใช้พันธุ์ดีย่อมได้รับผลตอบแทนที่แน่นอน คำนึงกับน้ำพักน้ำแรง เงินทอง และเวลาที่เสียไป สำหรับเห็ดพันธุ์ต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้น ขณะนี้ยังไม่มีผู้ใดยืนยันได้ว่าพันธุ์ใดเป็นพันธุ์ที่ดี และพันธุ์เหล่านี้มีกำเนิดจากที่ใดบ้าง เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะไม่มีผู้สนใจปรับปรุงพันธุ์เห็ดอย่างจริงจัง เห็ดพันธุ์ใหม่ๆ ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ที่นำมาจากต่างประเทศ เช่น เห็ดหูหนู และเห็ดฟาง อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์เห็ดที่มีอยู่ เพื่อจะได้ผลประโยชน์อย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วย และยังเป็น การพึ่งพาตนเองอีกส่วนหนึ่งด้วย

เห็ดพันธุ์ดี

ก่อนปรับปรุงพันธุ์เห็ด จำเป็นที่ผู้ปรับปรุงพันธุ์จะต้องทราบเสียก่อนว่าเห็ดพันธุ์ดีนั้นคืออะไร ลักษณะเด่นของเห็ดประกอบด้วยอะไรบ้าง จะกล่าวได้ว่า เห็ดพันธุ์ดีจะต้องประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. **ผลผลิตสูง** ในที่นี้หมายถึง สามารถให้ดอกคิดเป็นน้ำหนักมากกว่าเห็ดพันธุ์อื่นๆ เมื่อใช้วัสดุเพาะที่เหมือนกันเป็นจำนวนเท่า ๆ กัน
2. **ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี** การที่เชื้อเห็ดโตเร็ว จะทำให้แข่งขันกับเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ดี และการปรับตัวได้ดีนั้นจะทำให้สามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ ถึงแม้ว่าสภาพอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปขณะที่กำลังเพาะอยู่ ซึ่งสำคัญมากสำหรับการเพาะเห็ดกลางแจ้ง
3. **ออกดอกเร็วและออกดอกเป็นรุ่นๆ พร้อมกัน** การออกดอกเร็วทำให้ลดเวลาในการดูแล และลดดอกเบี้ยจากการกู้ยืมมาลงทุน การออกดอกพร้อมๆ กัน จะช่วยให้ประหยัดแรงงานในการเก็บ
4. **มีขนาดและสีตรงกับความต้องการของตลาด** ลักษณะนี้เป็นลักษณะเฉพาะจะแตกต่างกันไปตามชนิดของเห็ด เช่น เห็ดฟางมีดอกขนาดประมาณ 4 ซม. สีนวลหรือขาว เนื้อในหนาและแน่น เห็ดหูหนู มีขนาดประมาณ 4-6 ซม. สีน้ำตาลเข้ม เนื้อบาง ขนสั้น หรือไม่มีขน เป็นต้น เห็ดซึ่งมีลักษณะตรงกับความต้องการของตลาดจะขายได้ง่ายและได้ราคาดี

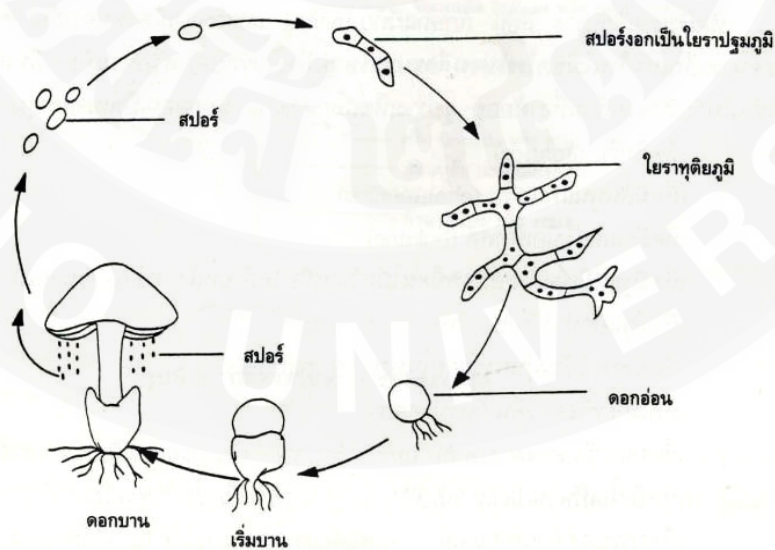
ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์เห็ด

ถึงแม้ว่าเห็ดเป็นพืชชั้นต่ำ แต่ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์ ก็คล้ายคลึงกับการปรับปรุงพันธุ์พืช และสัตว์ชั้นสูงอื่นๆ กล่าวคือ ยึดการผสมพันธุ์และคัดเลือกพันธุ์เป็นหลัก แต่การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนั้น ต้องคำนึงถึงธรรมชาติในการสืบพันธุ์แบบใช้เพศ (nature of sexual reproduction) ของเห็ดที่จะปรับปรุงพันธุ์ด้วย ธรรมชาติที่สำคัญที่สุดก็คือ มีการผสมพันธุ์แบบผสมข้าม(heterothallic)หรือไม่ต้องผสมข้าม(homothallic) แบบการผสมพันธุ์ จะเป็นตัวชี้ว่าผู้ปรับปรุงพันธุ์จะต้องดำเนินการอย่างไรบ้าง

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดที่ไม่ต้องผสมข้ามหรือแบบต่างเพศร่วมทลลัส

จากภาพที่ 12.1 แสดงวงจรชีวิตเฉพาะขั้นตอนสำคัญของเห็ดที่ไม่ต้องผสมข้ามหรือแบบต่างเพศร่วมทลลัส (homothallic) จะเห็นว่าจากสปอร์เดียวสามารถเจริญถึงขั้นออกดอกและผลิตสปอร์ใหม่ได้ครบวงจรชีวิต ดังนั้นต้องอาศัยความแปรปรวนของสปอร์เดียวให้ได้มากที่สุด จากผลการทดลองของกองวิจัยโรคพืช ปรากฏว่าเมื่อนำสปอร์เดียวของเห็ดฟางซึ่งแยกออกมาจากดอกเดียวกันมาเลี้ยงจนเป็นเส้นใย สปอร์เหล่านี้จะให้เส้นใยซึ่งมีความแตกต่างกันมากมาย ซึ่งความแตกต่างนั้นมีทั้งทางด้านอัตราการเจริญเติบโต สี ความหนาแน่นของเส้นใย และความสามารถในการสร้างสปอร์ผนังหนา (chlamydospore) โดยทั่วไปเห็ดดอกหนึ่งจะสร้างสปอร์ได้เป็นจำนวนล้านๆ สปอร์ ความแปรปรวนของสปอร์เดียว จึงเป็นกุญแจไปสู่ความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดกลุ่มนี้

ภาพที่ 12.1 วงจรชีวิตของเห็ดชนิด homothallic (เห็ดฟาง)



ที่มา : ราชบัณฑิตยสถาน (2539)

ขั้นตอนการปรับปรุงพันธุ์เห็ดที่ไม่ต้องผสมข้าม มีดังต่อไปนี้

1. การแยกสปอร์เดี่ยว

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดที่ไม่ต้องผสมข้ามนั้น จำเป็นต้องอาศัยประโยชน์จากความแปรปรวนของสปอร์เดี่ยวให้ได้มากที่สุด ดังนั้นการแยกสปอร์เดี่ยวจึงเป็นเทคนิคที่นักปรับปรุงพันธุ์เห็ดทุกคนจะต้องทราบเป็นอย่างดีและสามารถปฏิบัติได้อย่างชำนาญ สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับเทคนิคนี้ผู้สนใจสามารถศึกษาได้จากบทปฏิบัติการไมโครโลจีหรือโรคพืชวิทยาทั่ว ๆ ไป

ในขั้นนี้ ผู้ปรับปรุงพันธุ์ควรแยกสปอร์เดี่ยวจากดอกเห็ดแต่ละสายพันธุ์ที่จะปรับปรุงอย่างน้อยสายพันธุ์ละ 5 ดอก และจากแต่ละดอกควรแยกสปอร์เดี่ยวเป็นจำนวนไม่ต่ำกว่า 50 สปอร์ โดยเลือกแยกสปอร์ที่กำลังงอก เพื่อนำมาใช้เป็นฐานพันธุกรรม (genetic base) ในการปรับปรุงพันธุ์ขั้นต่อไป

2. การคัดเส้นใยในระยะที่ 1 และ 2

เมื่อได้สปอร์เดี่ยวที่กำลังงอกมาแล้ว ให้แยกใส่หลอดทดลองหลอดละ 1 สปอร์ บ่มเชื้อเพื่อให้เส้นใยเจริญเติบโตเต็มที่ แล้วตัดเอาพวกที่มีลักษณะดีไว้ ลักษณะที่ดีที่พบนี้อาจมีลักษณะที่มีสพสมพันธ์กับลักษณะดีในแปลงเพาะ ตัวอย่างเช่น เชื้อเห็ดที่มีเส้นใยหนาแน่นบนอาหารร่วน เมื่อนำไปเพาะจะให้ดอกที่มีเนื้อแน่น น้ำหนักดี ดังนั้นถ้าผู้ปรับปรุงพันธุ์ต้องการเชื้อเห็ดที่จะให้ดอกที่มีลักษณะเช่นนี้ ควรที่จะค้นหาเชื้อเห็ดที่มีเส้นใยหนาแน่นพิเศษ เป็นต้น

การคัดเลือกในขั้นนี้ ถ้ามีลักษณะที่ดีดังกล่าวข้างต้นเป็นเครื่องชี้แนะ จะช่วยลดปริมาณงานในระยะต่อไปได้มาก ทั้งนี้เพราะผู้ปรับปรุงพันธุ์จะสามารถคัดพวกที่ไม่มีคุณสมบัติตามต้องการทิ้งในขั้นนี้ได้

3. การคัดในแปลงเพาะ

ขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความสำคัญที่สุด เพราะเป็นการเปรียบเทียบทุกสายพันธุ์ในสภาพการเพาะที่แท้จริง จึงจำเป็นที่ผู้ปรับปรุงพันธุ์จะต้องวางแผนการเปรียบเทียบสายพันธุ์โดยถูกต้องตามหลักสถิติ เพื่อวิเคราะห์ตัวเลขเมื่อต้องการวัดผลความแตกต่างที่แน่นอน และยังสามารถเปรียบเทียบซ้ำได้อีกด้วย

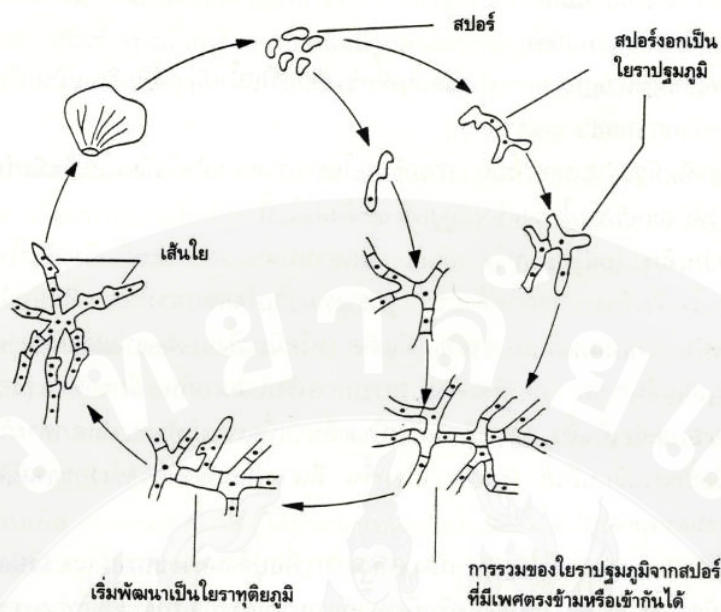
การคัดสายพันธุ์ขั้นนี้ ควรมีสายพันธุ์ที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ประมาณ 2 - 3 สายพันธุ์ และสายพันธุ์ดั้งเดิมก่อนปรับปรุงเป็นตัวเปรียบเทียบอยู่ด้วย เพื่อที่จะได้ทราบว่าสายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกรอบแรกแล้วนี้ดีกว่าสายพันธุ์เดิมก่อนการคัดเลือกมากน้อยเพียงใด และถ้าเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่น ๆ แล้วเป็นอย่างไรบ้าง อุปสรรคที่สำคัญของการคัดพันธุ์ในขั้นนี้ คือการจัดหาอุปกรณ์และสถานที่ที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการเปรียบเทียบผลผลิตเห็ดฟาง 100 สายพันธุ์ โดยเฉพาะแบบกองเดี่ยว เพื่อให้มีความแน่นอนทางสถิติ ควรเพาะสายพันธุ์ละไม่น้อยกว่า 4 กอง รวมแล้วจะต้องเพาะอย่างน้อย 400 กอง คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 200 ตารางเมตร ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงพื้นที่ระหว่างกองอีกประมาณ 200

ตารางเมตร รวมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 400 ตารางเมตร เนื้อที่ 400 ตารางเมตรนี้จะต้องปลอดจากการรบกวนจากภัยต่างๆ เช่น ฝน ลม นก หนู และแมลง ถ้าจัดหาสถานที่เช่นนี้ไม่ได้ จะต้องคิดค้นวิธีที่จะเพาะเห็ดฟางในภาชนะขนาดเล็กหรือในกองที่มีขนาดเล็กลง โดยที่ผลผลิตมีสหสัมพันธ์กันกับกองขนาดมาตรฐาน หรือมีฉะนั้นก็แบ่งคัดสายพันธุ์ที่จะเปรียบเทียบออกเป็นหลายครั้งตามแต่สถานที่ที่จะอำนวย แต่วิธีการหลังนี้จะทำให้เสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกมาก และเสี่ยงต่อการที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งทำให้เปรียบเทียบผลได้ยากอีกด้วย

การคัดเลือกในขั้นนี้เป็นขั้นสุดท้ายของการปรับปรุงพันธุ์ในรอบแรก ส่วนใหญ่แล้วในรอบแรกนี้ จะยังไม่ได้สายพันธุ์ที่ดีเด่นถึงกับนำมาใช้ได้ จำเป็นจึงต้องคัดต่อไปอีกประมาณ 2-3 รอบ แต่ไม่ควรหยุดเมื่อได้สายพันธุ์ดีตามต้องการของผู้ปรับปรุงพันธุ์แล้ว เพราะยังสามารถที่จะปรับปรุงพันธุ์เหล่านี้ให้ดีขึ้นไปอีกเรื่อยๆ ดังจะเห็นได้จากการปรับปรุงพันธุ์เห็ดกระดุม หรือแชมปิญอง (*Agaricus bisporus*) ซึ่งเป็นพวก homothallic ประเภทสอง (secondary homothallism) ซึ่งได้มีการปรับปรุงสายพันธุ์เรื่อยมานับเป็นเวลา 30-40 ปีแล้ว ปัจจุบัน เห็ดแชมปิญองพันธุ์ใหม่ๆ ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ดั้งเดิมถึง 300-400% และยังออกดอกให้เก็บไว้เร็วกว่าอีก 4-5 เท่าอีกด้วย

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดที่ต้องผสมข้ามหรือแบบต่างเพศต่างทลัสส์

ภาพที่ 12.2 แสดงวงจรชีวิตอย่างง่าย ๆ ของเห็ดหูหนู (*Auricularia polytricha*) ซึ่งเป็นเห็ดที่ต้องมีการผสมข้ามหรือแบบต่างเพศต่างทลัสส์ (heterothallic) เห็ดชนิดนี้เส้นใยระยะที่ 1 ที่งอกออกมาจากสปอร์จะไม่สามารถพัฒนาเป็นดอกเหมือนเส้นใยเห็ดพวก homothallic จำเป็นที่จะต้องมีการผสมกับเส้นใยระยะที่ 1 จากสปอร์อื่นที่เข้ากันได้ (compatible) เสียก่อนเป็นเส้นใยระยะที่ 2 ต่อจากนั้นเส้นใยระยะที่ 2 จึงพัฒนาต่อไปเป็นดอกเห็ดในที่สุด ธรรมชาติในการสืบพันธุ์แบบนี้เรียกว่าเอื้อต่อการผสมและคัดพันธุ์มาก เพราะผู้ปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ ทั้งยังคาดการณ์ล่วงหน้าได้ว่า ถ้าใช้พ่อพันธุ์แบบนี้ลูกควรเป็นเช่นไร แต่ทั้งนี้มีข้อแม้ว่าจะต้องทราบถึงความเด่น (dominance) และความด้อย (recessive) ของลักษณะต่างๆ ที่จะคัดเลือกด้วย ถ้ายังไม่ทราบก็จะต้องศึกษาให้ได้ข้อมูลเหล่านี้เสียก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนผสมและคัดเลือกพันธุ์ต่อไป



ภาพที่ 12.2 วงจรชีวิตของเห็ดชนิด heterothallic (เห็ดหูหนู)

ที่มา : ราชบัณฑิตยสถาน (2539)

ขั้นตอนในการปรับปรุงพันธุ์เห็ดซึ่งต้องผสมข้าม มีดังต่อไปนี้

1. การแยกสปอร์เดี่ยว

เนื่องจากการผสมและคัดเลือกพันธุ์เห็ดซึ่งต้องผสมข้ามนี้จะต้องเริ่มจากเส้นใยระยะที่ 1 ดังนั้นจึงต้องแยกสปอร์เดี่ยวจากแต่ละสายพันธุ์ไว้ให้ได้มากที่สุด เส้นใยระยะที่ 1 ซึ่งได้จากสปอร์แต่ละสปอร์จะมีองค์ประกอบของนิวเคลียสชนิดเดียว (monokaryon) และไม่สามารถที่จะพัฒนาเป็นเส้นใยระยะที่ 2 หรือเปิดดอกได้เช่น เส้นใยระยะที่ 1 ของเห็ดซึ่งไม่ต้องผสมข้าม เส้นใยระยะที่ 1 ของเห็ดประเภทที่ต้องผสมข้ามนี้จะเจริญเติบโตในสภาพเดิมตลอดไป การแยกสปอร์เดี่ยวเพียงครั้งเดียวสามารถเก็บไว้ใช้ผสมพันธุ์ได้นานๆ

2. การผสมเส้นใยระยะที่ 1

การผสมเส้นใยระยะที่ 1 ให้เป็นเส้นใยระยะที่ 2 นี้ทำบนอาหารวุ้น มีวิธีผสมอยู่ 2 แบบ คือ

- การผสมเส้นใยระยะที่ 1 สองชนิดเข้าด้วยกัน (mon + mon mating) ถ้าเส้นใยของทั้งสองสปอร์เข้ากันได้จะเชื่อมกัน (anastomose) และมีการแลกเปลี่ยนนิวเคลียสกันได้เป็นเส้นใยระยะที่ 2 เส้นใยระยะที่ 2 นี้จะมีองค์ประกอบของนิวเคลียส 2 ชนิด (dikaryon) และอาจจะมีรูปพรรณสัณฐานแตกต่างไปจากเส้นใยระยะที่ 1 เช่น อาจมีขนาดเส้นใยเล็กกว่าในระยะที่ 1 มีหลอดต่อเนื่องระหว่างเซลล์ (clamp connection) หรือมีการแตกแขนง (branching) แตกต่างไปจากเส้นใยระยะที่ 1 เป็นต้น

การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์ทราบโดยง่ายว่าเส้นใยระยะที่ 1 ทั้งสองเส้นเข้ากันได้หรือไม่ แต่ถ้าไม่สามารถจะยืนยันได้โดยอาศัยรูปร่างลักษณะภายนอกก็จะต้องพิสูจน์โดยการย้อมสีดูว่ามีการแลกเปลี่ยนนิวเคลียสกันหรือไม่

- การผสมเส้นใยระยะที่ 1 ผสมกับใช้เส้นใยระยะที่ 2 (di + mon mating) การผสมแบบนี้ นิวเคลียสที่เส้นใยระยะที่ 1 ได้รับการผสมจากเส้นใยระยะที่ 2 ก็คือนิวเคลียสที่เข้ากันได้นั่นเอง วิธีนี้สะดวกกว่าวิธีแรกในแง่การผสม แต่มีความยุ่งยากในการเลือกเส้นใยระยะที่ 2 ที่จะใช้ผสม

3. การเพาะเส้นใยระยะที่ 2

เมื่อได้เส้นใยระยะที่ 2 มาแล้ว นำมาเลี้ยงทำเชื้อและเพาะตามขั้นตอนการเพาะทั่วไป ทั้งนี้ การวางแผนและจำนวนซ้ำในการเพาะจะต้องถูกต้องตามหลักสถิติด้วย ถ้าจะลองเปรียบเทียบการเพาะเห็ดหูหนูกับเห็ดฟาง ในแง่ของการเพาะเพื่อทดลองจะเห็นว่าเห็ดซึ่งเพาะในถุงได้ เช่น เห็ดหูหนูนั้นมีข้อได้เปรียบมากกว่าเห็ดที่ต้องเพาะเป็นกองเช่นเห็ดฟางมาก เพราะสามารถเพาะเห็ดถุงได้คราวละมากๆ โดยที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดีด้วย ผลที่ได้รับจึงค่อนข้างแน่นอนสามารถเพาะยืนยันและเปรียบเทียบซ้ำได้อีก ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลการเพาะลูกผสมในแต่ละช่วงได้

การปรับปรุงพันธุ์โดยไม่ผ่านการเพาะเลี้ยงสปอร์

เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์ โดยผ่านขั้นตอนสปอร์เดียวเป็นวิธียุ่งยาก ใช้เวลาและต้องลงทุนสูง จึงไม่เหมาะสำหรับผู้ผลิตเป็นการค้าหรือผู้สนใจทั่วไป การปรับปรุงพันธุ์โดยไม่ต้องผ่านการเพาะเลี้ยงสปอร์นั้น ทำได้โดยคัดจากดอกเห็ดโดยตรง วิธีนี้เป็นการนำเนื้อเยื่อของส่วนเจริญของดอกเห็ดมาเพาะเลี้ยงให้กลับมาเป็นเส้นใยระยะที่สองอีก หลักการก็เหมือนกับการติดตา ต่อกิ่ง หรือตอนต้นไม้พันธุ์ดีนั่นเอง คือจะไม่ให้เกิดการกลายพันธุ์เป็นอันตราย จุดสำคัญของวิธีนี้จะอยู่ที่การคัดเลือกดอกเห็ดที่จะนำมาใช้ทำพันธุ์ ดอกจะต้องมีลักษณะพิเศษกว่าดอกของสายพันธุ์ที่มีอยู่แล้ว เช่น อาจจะมีขนาดใหญ่พิเศษ มีเนื้อแน่น น้ำหนัก หรือมีสีตามความต้องการของตลาด เป็นต้น การแยกเชื้อจากดอกเห็ดสามารถทำแบบแยกเนื้อเยื่อธรรมดา เมื่อได้เส้นใยแล้วนำมาทำหัวเชื้อและเพาะเพื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ที่มีอยู่เดิมจะได้ทราบว่าลักษณะเด่นที่พบในดอกนั้น เป็นลักษณะแสดงออกของกรรมพันธุ์ หรือเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ถ้าเป็นกรณีแรกเราก็สามารถขยายพันธุ์ได้ แต่ถ้าเป็นกรณีหลังไม่ควรขยายพันธุ์ต่อไป ข้อดีของการปรับปรุงพันธุ์วิธีนี้ คือทำได้ง่ายและสะดวก ได้พันธุ์ใหม่เร็วทันใจ แต่มีข้อเสียคือผู้ปรับปรุงพันธุ์ไม่สามารถเลือกควบคุม หรือบังคับลักษณะไม่พึงประสงค์ไม่ให้ปรากฏได้ เพราะโดยทั่วไปแล้วดอกเห็ดซึ่งเกิดตามธรรมชาติ จะมีลักษณะทั้งที่ดี และที่ไม่ดีปนอยู่

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์เห็ด

โครงการปรับปรุงพันธุ์เห็ดแต่ละโครงการจะก้าวหน้าไปรวดเร็วหรือช้าเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการคือ ปัจจัยด้านเห็ดที่จะปรับปรุงพันธุ์ใหม่ และปัจจัยด้านผู้ปรับปรุงพันธุ์เอง ปัจจัยทั้งสองนี้มีความสำคัญเท่าเทียมกัน

ปัจจัยด้านเห็ด

ปัจจัยด้านเห็ดที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่

1. อัตราการเจริญเติบโต
2. ความยากง่ายในการผสม หรือคัดพันธุ์
3. จำนวนสายพันธุ์ที่มีอยู่
4. ลักษณะที่แตกต่างกันของสายพันธุ์ ถ้ามีสายพันธุ์เป็นจำนวนมากและมีความแตกต่างกันมากก็จะทำให้สะดวกในการผสมให้ได้สายพันธุ์ใหม่ตามต้องการ
5. ความยากง่ายในการเพาะ และเวลาที่ใช้ในการเพาะแต่ละช่วง

ปัจจัยด้านนักปรับปรุงพันธุ์

นักปรับปรุงพันธุ์แต่ละคนมีความคิดเห็น ความชอบ และการตัดสินใจแตกต่างกันไป สิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการวางแผนและจัดทำโครงการตลอดจนการเก็บข้อมูล และความละเอียดถี่ถ้วนในการติดตามและวัดผล ซึ่งเป็นหัวใจของความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ทุกโครงการ

การปรับปรุงพันธุ์เห็ดนั้น ไม่ได้เป็นสิ่งที่ยากเกินความพยายามจนเกินไป เพียงแต่จะต้องศึกษาเทคนิคบางประการ เช่น วิธีการแยกสปอร์เดี่ยว และเข้าใจวงจรชีวิตของเห็ดที่ต้องการจะปรับปรุงพันธุ์ ผู้สนใจสามารถดำเนินการได้ พันธุ์ใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะมีคุณประโยชน์อย่างมหาศาลต่อผู้ปรับปรุงพันธุ์เอง และต่อวงการเห็ดส่วนรวม จึงควรที่จะช่วยกันส่งเสริมให้มีการปรับปรุงพันธุ์เห็ดขึ้นอย่างกว้างขวางทั้งในภาครัฐบาลและเอกชนต่อไป.

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2541. **เห็ดเศรษฐกิจที่เพาะได้ในไทย**. แผ่นพับเผยแพร่ที่ 191. (แผ่นพับ).
- กรมวิชาการเกษตร กองกัญญาวิทยา. 2544. **แมลง-ไร ศัตรูเห็ดในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กองกัญญาวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 80 น.
- กรมส่งเสริมการเกษตร กองส่งเสริมพืชสวน. 2539. **เห็ดหอมบนที่สูง**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 30 น.
- กลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา. 2529. **การเพาะเห็ดฟาง**. กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา. 52 น.
- กอบเกียรติ บัณฑิต. 2539. แมลงศัตรูเห็ดที่สำคัญ. น. 24-32. ใน **ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และนางนุช แดงทรัพย์. (เรียบเรียง). เทคนิคการผลิตเห็ด**. กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.
- เกษม สร้อยทอง. 2537. **เห็ดและราขนาดใหญ่ในประเทศไทย**. อุบลราชธานี: สำนักพิมพ์ศิริธรรมออฟเซต. 222 น.
- ชินสุธา พรเจริญโรจน์ และ วิเชียร ภู่อ่าง. 2543. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดฟางโดยการผสมพันธุ์. **วารสารเกษตร** 16(2): 148-157.
- ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร. 2545. เพาะเห็ดในระบบถุงพลาสติก. **เดลินิวส์** 3 ตุลาคม: 25. ชาญยุทธ์ ภาณุทัต. 2540. **เทคนิคการเพาะเห็ดฟาง**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.
- _____. 2542. สถานการณ์และการวิเคราะห์แนวทางการผลิต การตลาดของเห็ดปัจจุบัน. **จดหมายข่าวเพื่อชาวฟาร์มเห็ด** 8(8): 10-16.
- _____. 2544. ข้อมูลการตัดสินใจในการเพาะเห็ด. น. 1-12. ใน **เห็ดไทย 2544**. กรุงเทพฯ: สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, นางนุช แดงทรัพย์ และ สมชาย ไทยทัตกุล. 2540. **รายงานผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาการเพาะเห็ดฟางโดยใช้ก้อนเชื้อเห็ดที่ทิ้งแล้ว**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, นางนุช แดงทรัพย์, ประไพศรี พิทักษ์ไพรวัน และ กอบเกียรติ บัณฑิต. 2539. **การบริหารศัตรูเห็ด**. กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. 41 น.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, นางนุช แดงทรัพย์, อัสรา วงศ์พนาสิน และ พัชราภรณ์ ยุกตเวทย์. 2542. **คู่มือการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเห็ด**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 84 น.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต, นรินทร์ สมบูรณ์สาร และ นางนุช แดงทรัพย์. ม.ป.ป. **คู่มือวิชาการเรื่อง การเพาะเห็ดฟางในโรงเรือน**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 32 น.

ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และ นงนุช แดงทรัพย์. 2539. การเพาะเห็ดฟาง. น. 2-7. ใน ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และนงนุช แดงทรัพย์. (เรียบเรียง). **เทคนิคการผลิตเห็ด**. กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.

ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และ นงนุช แดงทรัพย์. (เรียบเรียง). 2539. **เทคนิคการผลิตเห็ด**. กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. 46 น.

ดำเกิง บัองพาล, ฉันทนา สีผึ้ง, นงลักษณ์ ปุโรณะพงษ์ และ ปรีชา รัตนัง. 2542. **ผลของการใช้วัสดุเพาะและเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มต่อผลผลิตและคุณภาพของเห็ดเศรษฐกิจ 7 ชนิด**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 44 น.

ดำเกิง บัองพาล และ ปรีชา รัตนัง. 2542. **การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมอาชีพให้เกษตรกรในเขตพื้นที่ อบต.อินทิล, 4-5 กันยายน 2542 ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. 2543. **เทคนิคการเพาะเห็ดฟาง**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมสมาชิกสหกรณ์อำเภอจอมทอง เชียงใหม่ เรื่อง การเพาะเห็ดฟางเป็นอาชีพเสริม, 2-4 พฤษภาคม 2543 ณ สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

_____. 2545. **การเพาะเลี้ยงเห็ดเศรษฐกิจ**. เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการเพาะเห็ดแบบยั่งยืน, 16-20 กันยายน 2545 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ จัดโดย สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ร่วมกับ สำนักงานเทศบาลตำบลเวียงฝาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

_____. 2547. **การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ**. เอกสารประกอบการอบรมโครงการอบรมการเพาะเห็ดเศรษฐกิจ, 21 สิงหาคม 2547 โดย ชมรมพืชผักแม่โจ้ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 29 น.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2525. **การเพาะเห็ดบางชนิดในประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ: ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 188 น.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ และ อัมพร นันธิโร. 2538. **การเพาะเห็ดฟาง**. คำแนะนำที่ 14. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร. 18 น.

นนทินี ศรีจุมปา และ เสกสรรค์ สีหพงษ์. 2544. การใช้หญ้าบางชนิดเพื่อใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ด. น. 60-70. ใน **เห็ดไทย 2544**. กรุงเทพฯ: สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย.

นำชัย กิตติจรัสวัตร. 2542. **การศึกษอาหารเลี้ยงเชื้อและวัสดุเพาะเห็ดขอนขาว**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 30 น.

บรรณ บุรณชนบท. 2532. **การเพาะเห็ดนางรม**. นนทบุรี: ศูนย์ผลิตตำราเพื่อชนบท. 63 น.

ประพันธ์ โอสถาปนีย์. 2536. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรการทำเชื้อและการเพาะ

เห็ด. เชียงใหม่: ฝ่ายฝึกอบรม สำนักวิจัยและส่งเสริมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร แม่ใจ. 128 น.

ประไพศรี พิทักษ์ไพรวรรณ และ วิรัช ชูบำรุง. 2539. โรคเห็ดที่สำคัญ. น. 33-44. ใน ชาญยุทธ์ ภา

นุทัต และนงนุช แดงทรัพย์. (เรียบเรียง). **เทคนิคการผลิตเห็ด.** กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.

ประเสริฐ สองเมือง. 2540. เห็ดเพิ่มเงินที่คนญี่ปุ่นชอบรับประทาน. **กสิกร** 70(2): 173-174.

ปราโมทย์ ไทยทัตกุล. 2539. การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก. น. 8-13. ใน ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และนง

นุช แดงทรัพย์. (เรียบเรียง). **เทคนิคการผลิตเห็ด.** กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.

ปรีชา รัตน์. 2542. **ข้อปฏิบัติในการผลิตเห็ดหลินจือ.** เอกสารประกอบการสอนวิชา พส 413 การ

ผลิตเห็ด. เชียงใหม่: สาขาพืชผัก ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ใจ.

ปัญญา ไพธิฐิตรัตน์ และ กิตติพงษ์ ศิริวานิชกุล. 2538. **เทคโนโลยีการเพาะเห็ด.** พิมพ์ครั้งที่ 2.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์วิวัฒน์. 421 น.

พรณี ชินรักษ์ และ สุทธพรณ ตีรัตน์. 2529. การศึกษาลักษณะเห็ดหอมพันธุ์ต่างๆ ที่มีการเพาะ

ในจังหวัดเชียงใหม่. น. 83-88. ใน **รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 24.** 27-29

มกราคม 2529. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรณี จิตาภิต, งามจิต นนทโส และ สำออง หอมชื่น. 2537. การสำรวจและการจัดจำแนกเห็ดรา

จำพวก Agarics ในเขตนอุทยานแห่งชาติเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์. **ว.วิทยาศาสตร์** 12(2): 79-92.

พเยาว์ เหมือนวงศ์ญาติ. 2539. **เห็ดช็อควายเป็นภัย.** เอกสารเผยแพร่ความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล. **เดลินิวส์** 23-

24 พฤษภาคม.

พันธุ์ทวี ภัคดีดินแดน, บัวทอง ดวงเป้า, สมพงษ์ อังไขรัมย์ และ อาทิตย์ พึ่งเกียรติไพฑูรย์. 2529.

การศึกษารัสตที่เหมาะสมในการเพาะเห็ดหลินจือ. น. 83-88. ใน **รายงานผลการวิจัยกลุ่มงาน**

จุลชีววิทยาประยุกต์. กรุงเทพฯ: กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์. 2537. **เห็ดหอม.** แผ่นปลิวเผยแพร่ที่ 151. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริม

การเกษตร.

พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์ และ สมพงษ์ อังไขรัมย์. 2535. การเพาะเห็ดกระด้างสู่ทางเพิ่มรายได้ใหม่.

กสิกร 65(4): 445-446.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะเกษตร ภาควิชาพืชสวน. 2537. **การจำแนกพืชสวน**. กรุงเทพฯ:

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 96 น.

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา. 2543. **ชีววิทยาทั่วไป บทปฏิบัติการ**.

เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

มาลินทร์ กระบวนรัตน์. 2524. **เห็ด**. สงขลา: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 133 น.

มูลนิธิโครงการหลวง. ม.ป.ป. **เห็ดเมืองหนาว**. ม.ป.ท.: ม.ป.พ. (แผ่นพับ).

ยุกติ สาริกะภูติ. 2528. **การวิจัยและพัฒนาเห็ดกระดุม (แชมปิญอง) และเห็ดอื่นๆ**. เอกสาร

ประกอบการบรรยายในการสัมมนาเชิงปฏิบัติการ, 18-23 พฤศจิกายน 2528. เชียงใหม่:

สำนักงานเกษตรภาคเหนือ. 9 น.

รวมเรื่องการเพาะเห็ดในประเทศไทย. 2538. กรุงเทพฯ: กลุ่มบัณฑิตก้าวหน้า. 179 น.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2539. **เห็ดกินได้และเห็ดมีพิษในประเทศไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**.

กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง. 180 น.

เจริญ ดันสกุล และ วัลลภา กฤษณีไพบูลย์. 2524. **การศึกษาการเจริญของเชื้อเห็ดฟางบนวัสดุ**

ชนิดต่างๆ. กรุงเทพฯ: สภาวิจัยแห่งชาติ.

วสันต์ เพชรรัตน์. 2538ก. การเพาะเห็ดป่า: I เห็ดขอนขาว (*Lentinus squerosulus* Mont.). ว.

สงขลานครินทร์ 17(1): 43-56.

_____. 2538ข. การเพาะเห็ดป่า: V เห็ดกระด้าง *Lentinus polychrous* Lev. ว.**สงขลานครินทร์**

17(3): 271-280.

วสันต์ เพชรรัตน์ และ อนุสรณ์ ทองวิเศษ. การเพาะปลูกเห็ดนางรมโดยใช้วัสดุเศษเหลือจากปาล์ม

น้ำมัน. ว.**สงขลานครินทร์** 23(ฉบับพิเศษ): 727-740.

วัลลภา กฤษณีไพบูลย์ และ อารมณ ทองอินทร์. 2531. การเพาะเห็ดหอมในภาคใต้ของประเทศไทย.

ว.**สงขลานครินทร์** 10(2): 135-138.

ศุภนิธย์ หิรัญประดิษฐ์. 2538. การเพาะเห็ดหลินจือ. **กสิกร** 63(5): 473-474.

ศุภนิธย์ หิรัญประดิษฐ์, ประณีต ไทยอุทัย และ สัณชัย ตันตยาภรณ์. 2534. การคัดเลือกสายพันธุ์เห็ด

หลินจือที่สามารถให้ผลผลิตสูง. ว.**วิทย์.เกษตร**. 24(1-2): 68-80.

ศุภนิธย์ หิรัญประดิษฐ์, ประสาททอง พรหมเกิด, ประณีต ไทยอุทัย และ พันธุ์ทวี รักดีดินแดน. 2351.

การใช้ขาน้อยเพาะเห็ดนางฟ้า. ว.**วิทย์.เกษตร**. 21(1): 26-33.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2525. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะ

เห็ดหอมบนที่สูงในภาคเหนือ. ว.**ชมรมเห็ด** 6: 39-42.

สมชาย ไทยทัตกุล และ ประคอง ขาวขำ. 2539. การเพาะเห็ดฟางด้วยถุงซีลื้อยที่ทิ้งแล้ว. น. 68-78. ใน **ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (บรรณาธิการ). เห็ดไทย 2539.** กรุงเทพฯ: ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร.

สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 2544. **เห็ดไทย 2544.** กรุงเทพฯ: สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 92 น.

_____. 2545. **เห็ดไทย 2545.** กรุงเทพฯ: สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 133 น.

สาธิต ไทยทัตกุล. 2539. **การเพาะเห็ดหลินจือ.** กรุงเทพฯ: เคล็ดไทย. 96 น.

สำเนา ภัทรเกษวิทย์. 2539. การเพาะเห็ดเข็มทองแบบอุตสาหกรรม. น. 115-118. ใน **ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (บรรณาธิการ). เห็ดไทย 2539.** กรุงเทพฯ: ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร.

สุทธพรรณ ตริรัตน์, อรุณี จันทร์สนธิ, มุกดา ญัฐสมบุญ และ พรณี ชโนรักษ์. 2529. การเจริญและผลผลิตของเห็ดหอมบางสายพันธุ์เมื่อเพาะในซีลื้อยต่างชนิด. ใน **รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 24 สาขาพืชผัก.** 27-29 มกราคม 2529. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลี พิษณุางกูร. 2539. เห็ดระโงก. น. 134-136. ใน **ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (บรรณาธิการ). เห็ดไทย 2539.** กรุงเทพฯ: ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร.

สุรพล รักประทุม และ ชาลิต สันติกิจรุ่งเรือง. 2539. **เห็ดหลินจือ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชนนิยม. 84 น.

สุวรรณา บุญกล้า (บรรณาธิการ). 2538. เพาะเห็ดหลินจือ เห็ดนางฟ้า สูตรวังสวนจิตรลดา. น. 70-75. ใน **คู่มืออาชีพอิสระ 24 อาชีพ สบายความจน.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน.

หทัยกาญจน์ นำนานนท์ และ วิเชียร ภู่อ่าง. 2544. การปรับปรุงพันธุ์เห็ดหอมโดยการผสมพันธุ์แบบสปอร์เดี่ยว. **ว.เกษตร 17(3): 185-195.**

อนงค์ จันทศรีสกุล. 2530. **เห็ดเมืองไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช. 161น.

อนงค์ จันทศรีสกุล, กัญญา ป๊ะเงิน, ดร.ณิ รัตนประภา, วิรัช ชูบำรุง และ ประสิทธิ์ ธนากลาง. 2528. เห็ดที่รับประทานได้และที่น่าสนใจ. **ว.วิชาการเกษตร 3: 108-113.**

อนันต์ศักดิ์ ดั่งขำ และ ปรีชา รัตนัง. 2545. **การเพาะเห็ดฟาง.** เอกสารประกอบการฝึกอบรมโครงการเพาะเห็ดแบบยั่งยืน, 16-20 กันยายน 2545 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ จัดโดย สาขาพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ร่วมกับ สำนักงานเทศบาลตำบลเวียงฝาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

อนิวรรณ เฉลิมพงษ์. 2539. เห็ดเอ็คโตไมคอร์ไรซาที่ช่วยในการปลูกป่าภาคอีสาน. **จดหมายข่าวเพื่อชาวฟาร์มเห็ด 5(6): 2-8.**

อรุณี จันทสนธิ. 2543. **เห็ดพิษ.** กรุงเทพฯ: สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย. 63 น.

- อลงกรณ์ ทองมาก. 2545. **พัฒนาการและผลผลิตเห็ดนางรมในวัสดุเพาะต่างกัน**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 31 น.
- อัจฉรา พยัพพานนท์. 2535. ยานางิ เห็ดเศรษฐกิจชนิดใหม่. **กสิกร** 65(2): 155-157.
- _____. 2537. การเพาะเห็ดฟางกองเตี้ยด้วยเปลือกถั่วเขียว. **ข่าวสารเพื่อผู้เพาะเห็ด** 2(4): 3-4.
- _____. 2539. การเพาะเห็ดฟางในประเทศพม่า. **กสิกร** 69(5): 454-457.
- อัญชลี เชียงกุล. 2539. เห็ดขอนขาว. น. 14-23. ใน **ชาญยุทธ์ ภาณุทัต และนางนุช แดงทรัพย์**. (เรียบเรียง). **เทคนิคการผลิตเห็ด**. กรุงเทพฯ: กลุ่มพืชผัก กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร.
- อัมพร วัฒนชัยเสรีกุล. 2539. **ผลของอิเอ็มที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของเห็ดนางรมเห็ดหอม และเห็ดหลินจือ**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อานนท์ เอื้อตระกูล. ม.ป.ป. **การทำเชื้อเห็ดฟางเพื่อการค้า**. กรุงเทพฯ: ชมรมเห็ดสากล และศูนย์เทคโนโลยีชีวภาพ. 38 น.
- _____. 2523. **การเพาะเห็ดหนู**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. 2530. **การเพาะเห็ดฟาง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมผู้เพาะเห็ดสมัครเล่น. 258 น.
- _____. 2532. **การเพาะเห็ดหอม**. กรุงเทพฯ: ชมรมผู้เพาะเห็ดสมัครเล่น. 204 น.
- Chang, S. T. 1978. *Volvariella volvacea*. pp. 573-600. In Chang, S. T. and W. A. Hayes (eds.). **The Biology and Cultivation of Edible Mushroom**. New York: Academic Press.
- _____. 1987. World Production of Edible Mushroom in 1986. **Mushroom J. Tropics** 7: 117-120.
- _____. 1993. Mushroom biology; the impact on mushroom production and mushroom products. In Chang, S. T., J. A. Buswell and S. Chiu (eds.). **Mushroom Biology and Mushroom Products**. Hong Kong: The Chinese University Press.
- Chang, S. T. and P. G. Miles. 1987. Historical record of the early cultivation of *Lentinus* in China. **Mushroom J. Tropics** 7: 31-37.
- Harding, P., T. Lyon and G. Tomblin. 1996. **How to Identify Edible Mushrooms**. London: Harper Collins. 192 p.
- ISMS. 2002. **Edible Mushrooms**. [Online]. Available <http://www.hri.ac.uk2isms2edibles.htm> (20 December 2002).
- Kibby, G. 1979. **Mushrooms and Toadstools: a Field Guide**. Oxford University Press. 256 p.

Laessoe, T., G. Lincoff and A.D. Conte. 1996. **Mushroom Book**. Toronto: Alfred A. Knopf. 256 p.

Oei, P. 1991. **Manual on Mushroom Cultivation**. Amsterdam: Tool foundation. 249 p.



The logo of Mae Jo University is a circular emblem. It features a central figure, likely a deity or a personification of knowledge, standing on a lotus flower. The figure is surrounded by a circular border containing the university's name in Thai script (มหาวิทยาลัยแม่โจ้) and English (MAE JO UNIVERSITY).

ภาคผนวก

คำถามท้ายบท

การผลิตเห็ด (Mushroom Production)

โดย ดำเกิง บ้องพาล

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

คำถามท้ายบทที่ 1

1. เห็ดราคืออะไร สิ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นเห็ดประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. heterotrope หรือ Heterotropic microorganisms คืออะไร
3. เราสามารถแบ่งเห็ดราที่ดำรงอยู่ได้โดยอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง
4. ให้อธิบายถึงความสำคัญของเห็ดราว่ามีประโยชน์และโทษอย่างไร

คำถามท้ายบทที่ 2

1. สาเหตุสำคัญที่ถือว่าเมืองไทยประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเห็ดในปี 2479 เกิดจากอะไร
2. ให้เขียนชื่อเห็ดต่อไปนี้โดยระบุเป็นชื่อไทย สามัญ และวิทยาศาสตร์
 - 2.1 เห็ดที่ชาวยุโรป อเมริกัน และออสเตรเลีย เพาะเลี้ยงจำนวนมาก
 - 2.2 เห็ดที่คนจีน ญี่ปุ่น และเกาหลี เพาะเลี้ยงและรู้จักกันมาก
 - 2.3 เห็ดที่คนไทยรู้จักและผลิตกันมาก

คำถามท้ายบทที่ 3

1. การจำแนกเห็ดสามารถจำแนกออกเป็น 2 วิธีการ คือการจำแนกทางพืชสวนและการจำแนกทางพฤกษศาสตร์
 - 1.1 การจำแนกทางพืชสวนประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - 1.2 การจำแนกทางพฤกษศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 พวก (division) ให้ระบุรายละเอียดให้ชัดเจน
2. Basidiospore และ Ascospore คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร มีข้อแตกต่างกันอย่างไร
3. รูปร่างของเห็ดเมื่อแก่ตัวเต็มที่เราจะพบเห็นและคุ้นเคยมากที่สุดมีอยู่ 3 แบบได้แก่อะไรบ้าง
4. ส่วนประกอบสำคัญของเห็ดที่มีครีบได้หมวก (Orded Agarics) มีอะไรบ้าง แต่ละส่วนมีความสำคัญอย่างไร
5. ให้อธิบายชีววิทยาของเห็ดดังต่อไปนี้
 - 5.1 วงจรชีวิตเห็ดในธรรมชาติ
 - 5.2 วงจรชีวิตเห็ดในการเพาะเลี้ยง
6. Homothallic life cycle กับ Heterothallic life cycle คืออะไร มีข้อแตกต่างกันอย่างไร
7. ให้ระบุข้อแตกต่างระหว่างเห็ดกับรา
8. รูปร่างดอกเห็ดที่พบเห็นทั่วไปแบ่งเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

คำถามท้ายบทที่ 4

1. จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอาหาร ก่อนที่เส้นใยเห็ดจะนำไปใช้คืออะไร
2. สารอาหารที่เห็ดใช้ประกอบด้วยกลุ่มต่างๆ กี่กลุ่ม อะไรบ้าง
3. สารที่เป็นแหล่งธาตุคาร์บอนหมายถึง วัสดุที่เป็นแหล่งคาร์บอนได้แก่อะไรบ้าง
4. แบคทีเรียที่ทำหน้าที่ย่อยสลายประกอบด้วยอะไรบ้าง
5. สารประกอบที่เป็นแหล่งไนโตรเจนหมายถึงอะไร
6. จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายประกอบด้วยอะไร เห็ดต้องการไนโตรเจนไปใช้ประโยชน์อะไร
7. ธาตุอาหารที่สำคัญประกอบด้วยธาตุอะไรบ้าง
8. ให้อธิบายการฆ่าเชื้อในการเพาะเห็ด
9. สิ่งปนเปื้อนที่ต้องการกำจัดคืออะไร มีข้อแตกต่างกันอย่างไร
10. การฆ่าเชื้อมีหลายวิธี มีอะไรบ้างที่นำมาใช้ในขั้นตอนต่างๆ
11. อาหารเห็ดทั้งในขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อเห็ดและขั้นตอนจัดทำวัสดุเพาะต้องผ่านการฆ่าเชื้อ
คุณค่าทางอาหารจะสูญเสียไปหรือไม่
12. หม้อนึ่งแรงดันไอน้ำคืออะไร มีหลักการสำคัญอย่างไรที่ทำให้เกิดความร้อนสูงสุดได้
13. อุณหภูมิ ความดันไอน้ำ และระยะเวลาที่ใช้เพื่อกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ควรอยู่ในระดับใด
14. หม้อนึ่งลูกทุ่งใช้อุณหภูมิความดันและระยะเวลานานเพียงใด เพราะเหตุใดจึงได้รับความนิยม
ใช้โดยทั่วไป

คำถามท้ายบทที่ 5

1. ให้อธิบายว่าเพราะเหตุใดจึงต้องมีการแยกเชื้อเห็ด
2. อุปกรณ์ในการแยกเชื้อเห็ดมีอะไรบ้าง
3. ขั้นตอนในการแยกเชื้อเห็ดประกอบด้วยอะไรบ้าง
4. อาหารเลี้ยงเชื้อคืออะไร
5. จัดเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อได้อย่างไร
6. เส้นใยเห็ดบริสุทธิ์ได้มาโดยวิธีใด สามารถนำมาขายเป็นหัวเชื้อในอาหารวุ้นได้กี่เท่าตัว
7. การทำให้เกิดสภาพปลอดเชื้อคืออะไร ทำได้อย่างไร
8. หัวเชื้อเห็ดคืออะไร ผลิตขึ้นมาได้อย่างไร
9. การปลูกเชื้อหรือการถ่ายเชื้อคืออะไร มีวัตถุประสงค์เพื่ออะไร

คำถามท้ายบทที่ 6

1. วัสดุปุ๋ยหมักเกิดคืออะไร มีส่วนประกอบอะไรบ้าง เตรียมไว้เพื่อวัตถุประสงค์ใด
2. วัสดุที่ใช้จัดเตรียมปุ๋ยหมักในการเพาะเห็ด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม อะไรบ้าง
3. อาหารเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็นประโยชน์ต่อเส้นใยเห็ด เพราะเหตุใดจึงไม่ใส่เพิ่มในปริมาณมากขึ้น
4. แอคติโนมัยสิทคืออะไร ทำหน้าที่อย่างไร
5. ไนโตรเจนเมื่อเข้าไปอยู่ในกองปุ๋ยหมักจะเกิดกลิ่นแอมโมเนียขึ้น กลิ่นนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร จะกำจัดกลิ่นแอมโมเนียได้อย่างไร
6. วัสดุหมัก อาหารกระตุ้น เมื่อนำมาผสมคลุกเคล้ารวมกันแล้วจะเกิดอะไรขึ้น
7. เราจะแบ่งจุลินทรีย์ตามความต้องการใช้ออกซิเจน เป็น 2 กลุ่มใหญ่ อะไรบ้าง
8. Thermophilic microorganism คืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร

คำถามท้ายบทที่ 7

1. ความสามารถในการใช้อาหารของเห็ด ขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด และวัสดุโดยทั่วไปมีหลักเกณฑ์เลือกวัสดุเพาะ ความสามารถใช้อาหารของเห็ดอย่างไร
2. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคืออะไร การเจริญเติบโตของเห็ดประกอบด้วยปัจจัยหลายชนิดที่สำคัญมีอะไรบ้าง
3. ความชื้นในวัสดุเพาะและอากาศมีปริมาณมากหรือน้อยเกินไปมีผลอย่างไรต่อการเจริญของเส้นใยและการเกิดดอก
4. สิ่งมีชีวิตต่อไปนี้มีมีความสำคัญ มีประโยชน์และโทษอย่างไรในการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ด
 - 1) แบคทีเรีย
 - 2) รา
 - 3) แอคติโนมัยสิท
 - 4) ไวรัส
 - 5) ไร
5. โรคที่เกิดกับเห็ดฟางที่สำคัญมีหลายโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ หลายชนิด ให้อธิบายถึงโรคต่างๆ โดยระบุถึงเชื้อสาเหตุ อาการของโรคที่สำคัญ การเข้าทำลายและวิธีการป้องกันกำจัด
6. โรคเห็ดราที่สำคัญ และพบทั่วไปเกิดจากเชื้อไวรัส โรคที่มีเชื้อสาเหตุจากราที่สำคัญมีอะไรบ้าง มีข้อสังเกตที่เชื้อแต่ละชนิดแสดงออกแตกต่างกันอย่างไร
7. เพราะเหตุใดในการกำจัดเชื้อสาเหตุของโรคจึงไม่แนะนำให้ใช้สารเคมี
8. การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูเห็ดควรดำเนินการอย่างไร

คำถามท้ายบทที่ 9

เห็ดสกุลนางฟ้านางรม

1. เห็ดสกุลนางฟ้านางรม เห็ดในสกุลนี้แตกต่างกันอย่างไร
 - 1) สัณฐานวิทยา
 - 2) คุณภูมิที่ต้องการใช้ในการเจริญเติบโต
2. ขั้นตอนหลักในการผลิตเห็ดสกุลนี้ประกอบด้วยขั้นตอนอะไรบ้าง
3. ลักษณะเด่นในการดำรงชีวิตตามธรรมชาติของเห็ดนางรมคือ สามารถเจริญเติบโตได้ง่าย
ลักษณะเด่นของการดำรงชีวิตของเห็ดชนิดนี้มีอะไรบ้าง
4. เนื่องจากเห็ดนางรมเจริญเติบโตได้บนต้นพืชหรือต้นไม้ที่ตายแล้ว (Saprophytic fungi) และยังเป็นเห็ดที่เจริญได้บนต้นไม้พืชที่ยังมีชีวิตอยู่ (Parasitic fungi) หากนำเชื้อเห็ดชนิดนี้ไปเพาะบนต้นพืชที่ยังมีชีวิตอยู่โดยการเจาะรูใส่เชื้อเห็ดแล้วเส้นใยเห็ดจะสามารถสร้างดอกเห็ดได้หรือไม่เพราะเหตุใด
5. การผลิตหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์ของเห็ดสกุลนี้ เพื่อให้ได้หัวเชื้อในอาหารวุ้นที่มีคุณภาพดีมีข้อควรปฏิบัติอย่างไร
6. การเปิดก้อนเชื้อเห็ดสามารถกระทำได้ที่วิธี อะไรบ้างและวิธีการใดนิยมปฏิบัติมากที่สุด
7. ให้ยกตัวอย่างปัญหาในการเพาะเห็ดนางรมว่าเกิดจากอะไร และแก้ไขได้อย่างไร
8. การนึ่งก้อนเชื้อเห็ดด้วยหม้อนึ่งไม่อัดแรงดันจะเกิดความร้อนไม่เพียงพอที่จะทำให้ลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน มีแนวคิดอย่างไรที่จะไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์แพร่ระบาดจนทำให้ผลผลิตเสียหายได้
9. ลักษณะพิเศษของเห็ดเป่าฮื้อ ที่แตกต่างไปจากเห็ดสกุลนี้คืออะไร

การผลิตเห็ดฟางชนิดต่างๆ

1. ขั้นตอนหลักการผลิตเห็ดฟาง ประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. วัสดุที่ใช้ในการทำหัวเชื้อเห็ดฟาง ประกอบด้วยอะไรบ้าง
3. การผลิตหัวเชื้อเห็ดฟางควรปฏิบัติอย่างไร
4. หัวเชื้อเห็ดฟางที่ดีควรมีลักษณะอย่างไร
5. การเก็บรักษาหัวเชื้อเห็ดฟางที่ถูกต้องมีวิธีปฏิบัติอย่างไร
6. ระยะการเจริญเติบโตของเห็ดฟางแบ่งออกเป็นกี่ระยะ ประกอบด้วยอะไรบ้าง
7. โรคและแมลงที่สำคัญที่เป็นศัตรูของเห็ดฟางมีอะไรบ้าง

เห็ดหอม

1. เห็ดหอมนอกจากจะมีคุณค่าทางอาหารโดยใช้ประกอบอาหารได้หลายรูปแบบแล้ว ยังมีคุณค่าทางเภสัชกรรม คุณค่าดังกล่าวนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง
2. เห็ดหอมประกอบด้วยหลายสายพันธุ์
 - ก. เห็ดหอมญี่ปุ่นมีกี่สายพันธุ์และสายพันธุ์ใดดีที่สุด
 - ข. แบ่งเห็ดหอมทางการค้าได้กี่กลุ่ม ที่เพาะเลี้ยงในไทยคือกลุ่มใด มีลักษณะประจำพันธุ์อย่างไร
3. สภาพแวดล้อมที่เห็ดหอมต้องการในการเจริญเติบโตได้แก่อะไรบ้างให้อธิบาย
4. ในระยะการให้ดอกเห็ด หากสภาพอากาศไม่เย็นเพียงพออาจกระตุ้นหรือชักนำก่อนเชื้อเห็ดให้ดอกได้ สามารถจัดการกระตุ้นได้อย่างไรบ้าง
5. สูตรอาหารที่ใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดหอมของสาขาพืชผักที่ใช้อยู่ปัจจุบันประกอบด้วยอะไรบ้าง
6. นอกจากจะผลิตเห็ดหอมในถุงพลาสติกได้แล้วยังผลิตในท่อนไม้ได้ด้วย ให้อธิบายการเตรียมเชื้อเห็ดหอมสำหรับเพาะในท่อนไม้
7. การทุบหรือการทำให้เส้นใยเห็ดกระทบกระเทือนมีผลอย่างไรต่อการเกิดดอกเห็ดหอม

เห็ดหูหนู

1. ให้อธิบายสัณฐานวิทยาเห็ดหูหนูชนิดหนาและชนิดบาง
2. การแยกเนื้อเยื่อเห็ดหูหนูเพื่อจัดทำหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์มีความแตกต่างจากการแยกเนื้อเยื่อเห็ดชนิดอื่นอย่างไร
3. การเสื่อมของเชื้อเห็ดหูหนูในการจัดทำหัวเชื้อเห็ดบริสุทธิ์เกิดจากอะไร มีผลเสียเกิดตามมาอย่างไร
4. ให้ระบุข้อแตกต่างระหว่างหัวเชื้อเห็ดที่ใช้ปลูกเชื้อเห็ดในก้อนเห็ดกับบนท่อนไม้
5. การบ่มเส้นใยเห็ดหูหนูใช้เวลา 30 วัน และจะนำก้อนเชื้อเห็ดไปจัดวางไว้ในโรงเรือนเปิดดอก มีวิธีการกักกันเชื้อเห็ดก่อโรค และมีวิธีการรักษาความชื้นในโรงเรือนเปิดดอกอย่างไร
6. สภาพแวดล้อมที่เห็ดหูหนูต้องการในระหว่างการเปิดดอกเก็บเกี่ยวประกอบด้วยอะไรบ้าง
7. ให้บอกวิธีการคัดเลือกและการจัดเตรียมท่อนไม้เพื่อเพาะเห็ดหูหนูบนท่อนไม้
8. เพราะเหตุใดหลังจากปลูกเชื้อเห็ดบนท่อนไม้แล้วจึงต้องปิดทับหรือทาด้วยขี้ผึ้งหรือทาปูนซีเมนต์ปิดทับ
9. การนำท่อนไม้ที่ผ่านการบ่มเส้นใยแล้วไปแช่น้ำเพื่อวัตถุประสงค์ใดและมีวิธีการกระตุ้นหลังจากการแช่น้ำอย่างไร

	วุฒิการศึกษา	ปัจจุบัน	
		ทก.บ.	สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้
		วท.ม.	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
	ความเชี่ยวชาญ ความชำนาญ หรือ ความสนใจ		
ชื่อ นายดำเกิง บ้องพาล ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตำแหน่งทางบริหาร หัวหน้าสาขาพืชผัก		- การผลิตผัก และการผลิตเห็ดเศรษฐกิจ	
		- ปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก	
		- การจำแนกพันธุ์พืชโดยเทคนิคชีวโมเลกุล	
ติดต่อ		งานวิจัย	
อาคาร			- การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเหลือง
สาขา	พืชผัก		- การศึกษาจำนวนประชากรของถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้ง
ภาควิชา	พืชสวน		- การทดสอบประสิทธิภาพสารเคมีเพื่อควบคุมโรคใบจุดสีม่วงของหอมหัวใหญ่
คณะ	ผลิตกรรมการเกษตร		- ผลของการใช้วัสดุเพาะและเชื้อจุลินทรีย์อีเอ็มต่อผลผลิตและคุณภาพของเห็ดเศรษฐกิจ 7 ชนิด
มหาวิทยาลัยแม่โจ้			- การศึกษาแนวทางการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วแขก
อีเมล	dpongphan@mju.ac.th		- ศึกษาการผลิตผักสดและเมล็ดพันธุ์ถั่วลิ้นเต่า
โทรศัพท์	0 53 844 143 / 08 1595 8768		- การจำแนก เพาะเลี้ยงเชื้อบริสุทธิ์โรคทางดินและคัดเลือกต้นตอต้านทานโรคของพืชตระกูลแตงและมะเขือ
			- การทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิตของการเปลี่ยนยอดในพืชตระกูลแตงและมะเขือ
วิชาที่เปิดสอน			- การปรับปรุงพันธุ์ถั่วแขกเพื่อบริโภคผักสด
1. พส 452 เทคโนโลยีการผลิตผัก			- การศึกษาดีเอ็นเอเครื่องหมายเพื่อการปรับปรุงพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว
2. พส 413 การผลิตเห็ด			- การตรวจสอบพันธุ์และความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์กระเจี๊ยบเขียว
3. พส 301 หลักการผลิตผัก			- การตรวจสอบพันธุ์และความบริสุทธิ์ของสายพันธุ์กระเจี๊ยบเขียวโดยใช้เครื่องหมายอาร์เอฟดี
4. พส 421 การผลิตเมล็ดพันธุ์ผัก			- การปรับปรุงพันธุ์มะเขือเทศผลเล็ก
5.		ผลงานวิชาการ	
6.			ดำเกิง บ้องพาล. 2547. เอกสารประกอบการสอน วิชา พส 413 การผลิตเห็ด. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
7.			ดำเกิง บ้องพาล. 2547. แม่โจ้พันธุ์ใหม่ พันธุ์พืชร่วมเฉลิมฉลองครบรอบ 70 ปี มหาวิทยาลัยแม่โจ้: แตงกวาผลสั้นลูกผสม พันธุ์แม่โจ้ 70 ปี และพันธุ์แม่โจ้ 34. แม่โจ้ปริทัศน์ 5(3): 79-81.
8.			ดำเกิง บ้องพาล. 2548. สื่อการสอน (e-Learning) วิชา พส 413 การผลิตเห็ด. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.



Name Mr.Damkoeng Pongphan

Position Assistant Professor

Administrative position

Head Division of Vegetable Technology

Contact

Division Vegetable Technology

Department of Horticulture

Faculty of Agricultural Production

E-mail dpongphan@mju.ac.th

Tel. 0 5387 3380

Education

Present

B.Agr.Tech. Maejo Institute of Agricultural Technology

M.Sc. (Agr) Chiang Mai University

Experiences

- Vegetable and mushroom production

- Vegetable improvement and seed production

- Molecular biology for plant identification

Research

- Varietal Trial of Soybean in Rainy Season

- Plant Population Density Trial of Soybean in Paddy Field

- Evaluation of Fungicides for the Control of Purple Blotch in Onion (*Allum cepa* L)

- Effects of Growing Substrates and EM (Effective microorganism) on Yield and Quality of Seven Economically Important Mushrooms

- A Preliminary Study of Seed Production: French Bean

- Investigations of Sweet Pea Fresh Pod and Commercial Seed Production

Teaching subject

- Identification, Isolation of Some Soilborne Diseases and Screening of Resistant Rootstocks on Cucurbits and Solanaceous Crops

1. HO452 Vegetable Production Technology

- Trials on Grafting, Growth and Yield of Grafted Plants of Cucurbits and Solanaceous Crops

2. HO413 Mushroom Production

- Cultivar Improvement for Fresh Market French Bean

3. HO301 Fundamental of Vegetable Production

- Using Random Amplified Polymorphic DNA Markers on Okra (*Abelmoschus esculentus*)

4. HO421 Vegetable Seed Production

- Varietal Identification and Genetic Purity Test of Okra (*Abelmoschus esculentus*) Using RAPD Markers

5.

- Small Fruit Tomato Improvement

6.

Publication

7. คำเกิง บ้องพาล. 2547. เอกสารประกอบการสอน วิชา พส 413 การผลิตเห็ด. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

8. คำเกิง บ้องพาล. 2547. แม่โจ้พันธุ์ใหม่ พันธุ์พืชร่วมเฉลิมฉลองครบรอบ 70 ปี มหาวิทยาลัยแม่โจ้: แต่งกวาผลสันลูกผสม พันธุ์แม่โจ้ 70 ปี และพันธุ์แม่โจ้ 34. แม่โจ้ปริทัศน์ 5(3): 79-81.

9. คำเกิง บ้องพาล. 2548. สื่อการสอน (e-Learning) วิชา พส 413 การผลิตเห็ด. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

การผลิตเห็ด (Mushroom Production)

โดย คำเกิง บ้องพาล

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้