บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชีววิทยาของเห็ด

เห็ดเป็นเชื้อราชนิดหนึ่ง ซึ่งถูกจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในอาณาจักรฟังไจ (kingdom of fungi) มีเซลล์แบบยูคาริโอต (eukaryote) ไม่มีคลอโรฟิลล์ ไม่สามารถสังเคราะห์อาหารได้ด้วยตนเอง มีการสืบพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ เห็ดในระยะแรกเมื่อสปอร์งอกจะมีลักษณะเป็นเส้นสาย (hyphae) จากนั้นจะมีการพัฒนาของเส้นใยจนกระทั่งสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่หรือที่เรียกว่า ดอกเห็ด (fruiting body or mushroom) ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สำหรับราที่จัดว่าเป็นเห็ดนั้นจะอยู่ใน 2 ไฟลัม คือ Ascomycota และ Basidiomycota ซึ่งเห็ดในไฟลัมนี้แตกต่างกันที่รูปแบบการสร้างสปอร์แบบอาศัยเพศ คือ Ascomycota มีการสร้าง ascospore ในถุง ascus ส่วน Basidiomycota มีการสร้าง basidiospore บนโครงสร้าง basidium โครงสร้างพื้นฐานของดอกเห็ดประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ คือ หมวกดอก (cap) ครีบ (gills) ก้าน (stalk) เยื่อหรือปลอกหุ้มโคน (volva) วงแหวน (ring) เส้นใย (mycelium) สปอร์ (spore) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550: 1-9)

โครงสร้างของดอกเห็ด

ดอกเห็ดโดยทั่วไป ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (ภาพที่ 2.1)

1. หมวก (cap หรือ pilleus) เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนสุด มีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น โค้งนูน รูปกรวย รูปปากแตร รูประฆัง เป็นต้น มีส่วนประกอบบนหมวกต่างกัน เช่น ผิวเรียบ ขรุขระ มีขนเกล็ด มีสี แตกต่างกัน และสีอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

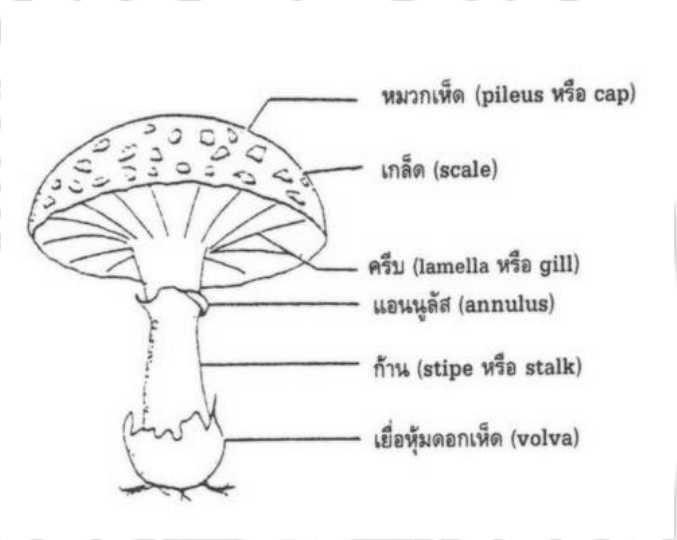
2. ครีบ (gill หรือ lamella) อาจเป็นแผ่นหรือช่อบางๆอยู่ใต้หมวกเรียงเป็นรัศมี การเรียงของครีบอาจติดกัน บางชนิดติดกับก้าน บางชนิดติดเนื้อหมวก หรือมีลักษณะเป็นรู (pores) หรือเป็นสัน (ridges) ซึ่งครีบเป็นที่เกิดของสปอร์ (spore)

3. ก้าน (stalk หรือ stipe) เป็นส่วนที่ปลายข้างหนึ่งยึดติดกับหมวกเห็ด มีขนาด รูปร่าง และสีต่าง ๆ กัน ผิวอาจเรียบ ขรุขระ มีขนหรือเกล็ด ตำแหน่งของก้านอาจจะอยู่กึ่งกลาง หรือเยื้องไปด้านใดด้านหนึ่งของหมวกเห็ด เห็ดบางชนิดไม่มีก้าน เช่น เห็ดหูหนู เห็ดเผาะ บางชนิดมีรากหยั่งลึกลงไปในดิน เช่น เห็ดโคน

4. วงแหวน (ring หรือ annulus) เป็นส่วนที่เกิดจากเยื่อบาง ๆ ที่ยึดขอบหมวกกับก้านดอกที่ขาดออกเมื่อหมวกเห็ดบาน ซึ่งจะเหลือติดกับก้านเป็นวงหรือเป็นเยื่อบาง ๆ (inner veil หรือpartial veil) รอบก้าน

5. เปลือกหรือเยื่อหุ้มดอก (volva, outer veil หรือ universal veil) เป็นส่วนนอกสุดที่หุ้มหมวกและก้านไว้ภายในขณะที่ยังเป็นดอกอ่อน เมื่อดอกเห็ดเจริญ ตอนบนของเปลือกหรือเยื่อหุ้มดอกจะแตกออกเพื่อให้ก้านและหมวกยืดขยายตัว ส่วนของเปลือกหุ้มจะยังคงฝังอยู่ที่โคน เป็นลักษณะคล้ายถ้วย เช่น เห็ดฟาง บางชนิดเป็นเกล็ดอยู่ที่รอบโคนก้าน บางชนิดมีเส้นใยยึดดอกเห็ดให้ติดกับส่วนของวัสดุที่เห็ดงอกเป็นดอก เช่น พื้นดิน

6. เนื้อ (context) เนื้อภายในหมวกหรือก้าน อาจจะลื่น เหนียว นุ่ม เปราะ เป็นเส้นใย มีรูหรือค่อนข้างแข็ง (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550 : 6-8)

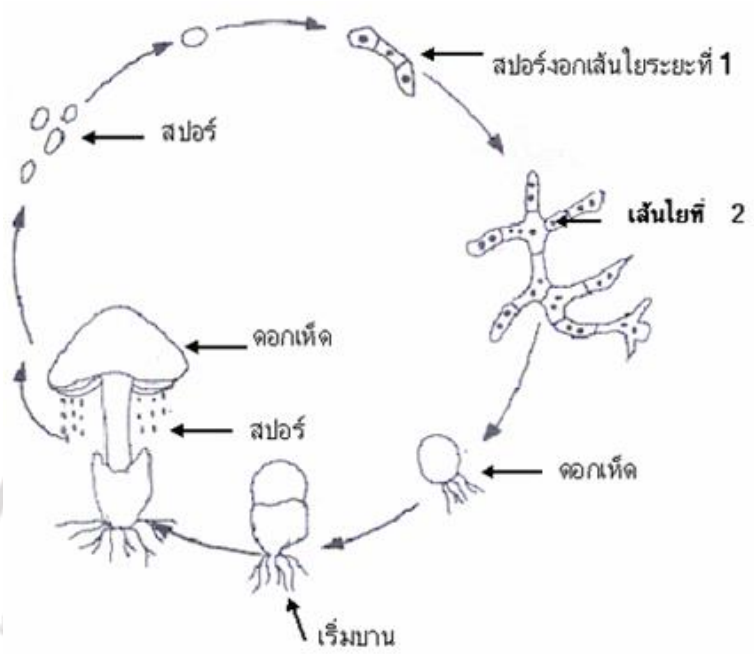


ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเห็ด

ที่มา : (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550 : 6)

วงชีวิตของเห็ด

เห็ดมีวงจรชีวิตจากดอกเห็ดที่เจริญเติบโตเต็มที่ มีการสร้างสปอร์ เมื่อเห็ดแก่แล้วสปอร์จะหลุดออกจากครีบซึ่งอยู่ใต้หมวกดอกและสามารถปลิวไปตกที่บริเวณอื่นได้ เมื่อเจอสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะงอกได้เส้นใยขั้นที่ 1 (primary mycelium) จากนั้นเส้นใยขั้นที่ 1 ที่เจริญมาจากสปอร์ที่ต่างเพศกันจะรวมตัวกันแล้วพัฒนาเป็นเส้นใยขั้นที่ 2 (secondary mycelium) เส้นใยขั้นที่ 2 จะเจริญเติบโตได้อย่างมากมายเส้นใยในระยะนี้สามารถรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อน เพื่อสร้างดอกเรียกเส้นใยในดอกเห็ดว่าเส้นใยขั้นที่ 3 (tertiary mycelium) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550 : 3-4)



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรชีวิตของเห็ด
ที่มา: (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550 : 4)

การจัดจำแนกและระบุชนิดเห็ดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

การระบุชนิดเห็ดโดยวิธีนี้ต้องใช้ 2 ลักษณะประกอบกันคือ ลักษณะของดอกเห็ดที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (macroscopic features) และลักษณะที่มองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ (microscopic features) ประกอบกัน โดยลักษณะของดอกเห็ดที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น ขนาด สี ของส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างของดอก ลักษณะรอยพิมพ์สปอร์ (spore print) เนื้อดอก ครีบ และรูพรุนใต้หมวก เป็นต้น ส่วนลักษณะที่มองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ เช่น ขนาดและรูปร่างของสปอร์ basidium ascus เป็นต้น โดยวิธีการระบุชนิดเห็ด ทำได้ 3 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 การแบ่งกลุ่มเห็ด โดยแบ่งออกเป็น 2 ไฟลัม คือ เห็ดในไฟลัม Basidiomycota และ Ascomycota

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ระดับที่ 2 การบอกชื่อสกุลเห็ด (genus) โดยใช้ลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบกับคู่มือเห็ดแบบง่าย ๆ และคู่มือเห็ดภาคสนาม

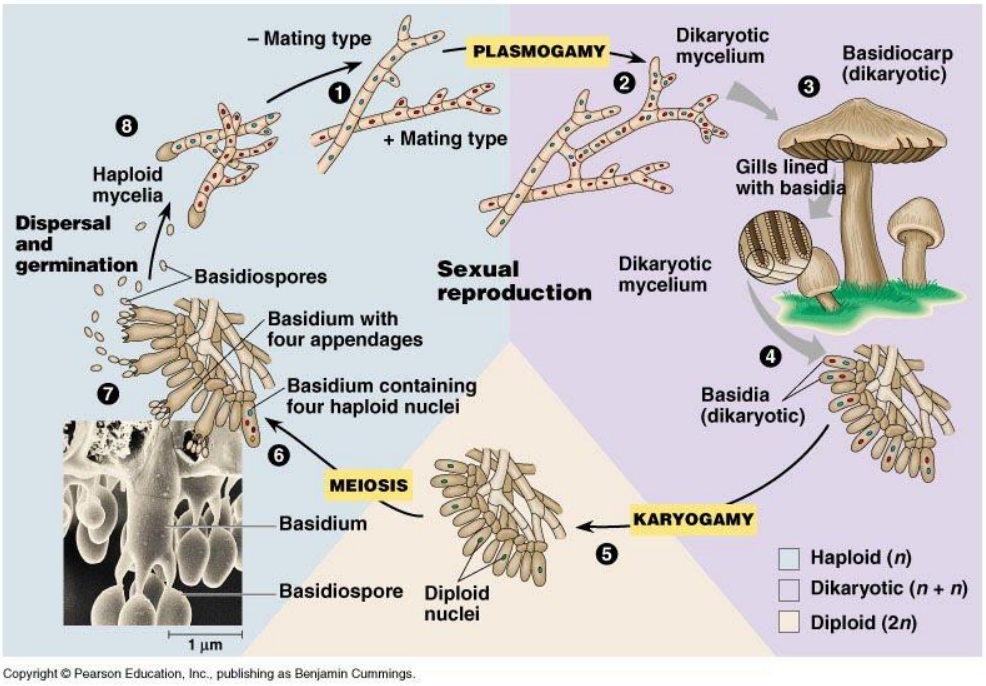
ระดับที่ 3 การบอกชื่อชนิดเห็ด (species) ต้องใช้ลักษณะที่มองเห็นด้วยตาเปล่าและลักษณะที่มองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ร่วมกัน นำไปเปรียบเทียบกับคู่มือที่ซับซ้อนมากขึ้น และตำราที่เฉพาะเจาะจง

ในการแบ่งกลุ่มเห็ด สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ โดยใช้ลักษณะการเกิดของสปอร์เป็นหลักในการแบ่งคือเห็ดในไฟลัม Basidiomycota และเห็ดในไฟลัม Ascomycota ซึ่งเห็ดทั้ง

2 กลุ่มนี้ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยหลายกลุ่ม โดยใช้รูปร่างลักษณะของดอกเห็ดและรูปร่างของส่วนที่เป็นที่อยู่ของเบสิเดียม (basidium) และแอสคัส (ascus) เป็นหลัก การแบ่งกลุ่มย่อยของเห็ดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กลุ่มเห็ดในไฟลัม Basidiomycota

ลักษณะทั่วไป เส้นใยมีผนังกั้นและรวมตัวอัดแน่นเป็นแท่งคล้ายลำต้น เช่น ดอกเห็ด มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สร้างสปอร์เรียกว่า conidiospore หรือ conidia และมีการสืบพันธุ์อาศัยเพศโดยการสร้างสปอร์ เรียกว่า basidiospore บนอวัยวะคล้ายกระบองหรือ basidium มีวงชีวิตดังแสดงในภาพที่ 2.3



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

ภาพที่ 2.3 วงชีวิตของเห็ดในไฟลัม Basidiomycota
ที่มา : (กรวิชญ์ บุญเม่น, 2565)

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ทั้งนี้สามารถแบ่งเห็ดในกลุ่มนี้ตามลักษณะรูปร่าง ได้ดังนี้

1. กลุ่มเห็ดมีครีบ (agarics or gilled mushrooms)

ดอกเห็ดมีหมวกที่อาจมีก้านหรือไม่มีก้าน ด้านล่างของหมวกมีลักษณะเป็นครีบ และเป็นที่เกิดของสปอร์ ดอกเห็ดขึ้นอยู่บนดิน บนท่อนไม้ บนใบไม้ผุ หรือบนมูลสัตว์

2. กลุ่มเห็ดมันปู (chanterelles)

ดอกเห็ดมีหมวกและก้าน รูปร่างคล้ายแตรหรือแจกันปากบาน ผนังด้านนอกกรวยเรียบ หรือหยักย่น มีสปอร์อยู่ด้านใน ดอกเห็ดขึ้นบนดิน

3. กลุ่มเห็ดตับเต่า (boletes)

ดอกเห็ดมีหมวกและก้านที่อ่อนนิ่ม ด้านล่างของหมวกเป็นรูพรุนลักษณะเหมือนฟองน้ำ ชั้นหมวกแยกออกจากรูพรุนได้ง่าย มีสปอร์เกิดภายในรู ตามปกติดอกเห็ดขึ้นอยู่บนดิน

4. กลุ่มเห็ดหิ้ง (polypores and bracket fungi)

ดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายชั้นหรือหิ้งวาง หรือคล้ายพัด ไม่มีก้านหรือมีก้านที่เยื้องไปทางด้านใดด้านหนึ่งของหมวก หรือติดอยู่ที่ด้านข้างของหมวก มีเนื้อเหนียวและแข็งคล้ายจุกไม้คอร์ก หรือคล้ายเนื้อไม้ ด้านล่างหรือด้านหลังของหมวกมีรูขนาดเล็กเรียงชิดกันแน่น ภายในรูเป็นที่เกิดของสปอร์ ชั้นที่เป็นรูไม่สามารถแยกออกมาจากส่วนหมวกได้ ตามปกติขึ้นอยู่บนไม้ แต่อาจพบขึ้นบนดินได้

5. กลุ่มเห็ดแผ่นหนัง (leather-bracket fungi)

ดอกเห็ดรูปร่างคล้ายเครื่องหมายวงเล็บ หรือคล้ายพัด ไม่มีก้าน มีลักษณะเป็นแผ่นบางและเหนียว ดอกเห็ดมักขึ้นอยู่ชิด ๆ กัน ด้านบนของหมวกมีสีอ่อนแก่สลับกันเป็นวง และผิวหมวกอาจมีขนสั้น ด้านตรงข้ามกับหมวกเป็นที่เกิดของสปอร์ที่มีลักษณะเรียบ หรือเป็นรอยนูนขึ้นลงบางชนิด ขึ้นอยู่บนดิน บางชนิดขึ้นอยู่บนไม้

6. กลุ่มเห็ดหูหนู/เห็ดวุ้น (jelly fungi)

ดอกเห็ดมีรูปร่างหลายแบบ อาจคล้ายใบหู เนื้อบางคล้ายแผ่นยางนิ่มเป็นเมือก สปอร์เกิดอยู่ทางด้านที่มีรอยย่นหรือมีรอยเส้นแตกแขนงขึ้นบนไม้ผุที่มีความชื้นสูง

7. กลุ่มเห็ดที่เป็นแผ่นแบนราบไปกับท่อนไม้ (crust and parchment fungi)

ดอกเห็ดเป็นแผ่นแข็งแนบติดอยู่บนท่อนไม้ หรืออาจมีขอบดอกโค้งงอออกจากท่อนไม้เล็กน้อยคลายหิ้ง เนื้อเหนียวและไม่เป็นเมือก ด้านที่ไม่ติดกับท่อนไม้คือด้านที่เกิดของสปอร์ อาจมีลักษณะเรียบ ย่น เป็นเส้นคดเคี้ยว หรือนูนเป็นปุ่ม

8. กลุ่มเห็ดฟันเลื่อย (teeth fungi)

ดอกเห็ดอาจมีหมวกและก้าน หรือไม่มีก้าน ด้านล่างของหมวกมีลักษณะคล้ายซี่เลื่อย ฟัน หรือหนามทิ่มลงหาพื้นดิน สปอร์เกิดอยู่ที่ซี่เลื่อยหรือหนามนี้ ดอกเห็ดอาจขึ้นจากดินหรือขึ้นบนไม้

9. กลุ่มเห็ดรูปร่มหุบ (gastroid agarics)

ดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายร่มหุบ ภายใต้หมวกมีแผ่นเนื้อเยื่อที่แตกเป็นร่องแยกออกหลายแขนง มีสปอร์อยู่ สปอร์หลุดออกเมื่อหมวกฉีกขาด มักพบบนดิน ในที่ร้อนและแห้งแล้ง ในทะเลทรายและบนภูเขา

10. กลุ่มเห็ดปะการัง และเห็ดกระบอง (coral and club fungi)

ดอกเห็ดตั้งตรงและแตกแขนงเป็นกิ่งก้านเล็กๆ คล้ายปะการัง อยู่เดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่ม สปอร์อยู่บนผนังด้านนอกส่วนบนของกระบองและกิ่งแขนง ขึ้นบนดินและบนไม้

11. กลุ่มเห็ดลูกฝุ่นและเห็ดดาวดิน (puffballs and earthstars)

ดอกเห็ดกลม คล้ายไข่หรือผลสาลี่ (pear) หัวกลับ เมื่อดอกแก่ผนังชั้นนอกจะบานคล้ายกลีบดอกไม้ สปอร์อยู่ภายในส่วนที่เป็นทรงกลม ดอกอ่อนเนื้อข้างในมีสีขาวหยุ่นและอ่อนนุ่ม ดอกแก่จะมีลักษณะเป็นฝุ่นผงสีเข้ม ดอกเห็ดเกิดบนดินและบนไม้

12. กลุ่มเห็ดลูกฝุ่นก้านยาว (stalked puffballs)

ดอกเห็ดเป็นรูปทรงกลมมีก้านยาวชัดเจน สปอร์อยู่ภายในทรงกลมเป็นฝุ่นผง มักพบในทะเลทราย บนทราย หรือดินในที่รกร้าง

13. กลุ่มเห็ดรังนก (bird’s nest fungi)

ดอกเห็ดมีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซ็นติเมตร ดอกเห็ดมีลักษณะคล้ายรังนก และมีสปอร์รูปร่างกลมและแบนวางอยู่ที่ก้นรัง ดอกเห็ดเมื่ออ่อนด้านบนของรังมีเนื้อเยื่อปิด พบตามไม้ผุ

14. กลุ่มเห็ดเขาเหม็น (stinkhorns)

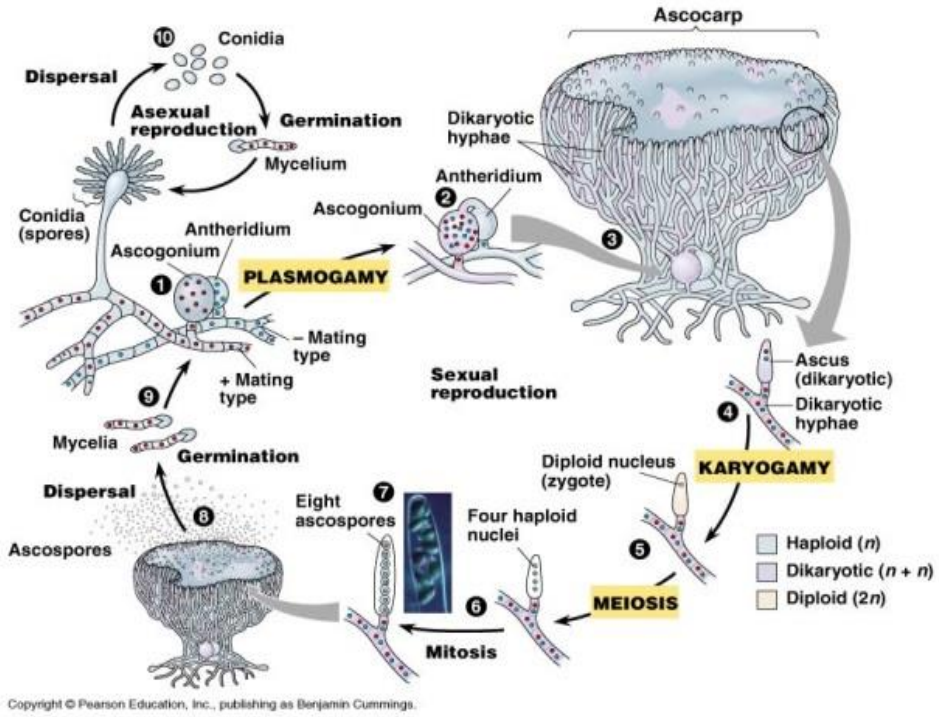
ดอกเห็ดอ่อนรูปร่างคล้ายไข่ ส่วนของก้านจะโผล่ออกจากเปลือกหุ้มจนแตก เปลือกไข่ส่วนล่างเป็นถ้วยหุ้มโคนของก้าน ส่วนปลายก้านด้านบนอาจมีหรือไม่มีหมวก และมีสปอร์เป็นเมือกสีเข้มฉาบอยู่ ก้านพรุนและนิ่มมาก อาจมีร่างแหปกคลุมก้าน บางชนิดก้านที่โผล่ออกมาจากเปลือกก็อาจจะมีลักษณะคล้ายหนวดปลาหมึก หรือพองโปร่งคล้ายลูกตะกร้อ ดอกเห็ดมีกลิ่นเหม็นมาก เกิดบนดินที่ชื้นแฉะ และมีซากพืชทับถมหนา

15. กลุ่มเห็ดทรัฟเฟิลปลอม (false truffles)

ดอกเห็ดมีรูปร่างเป็นก้อนกลมจนถึงรูปไข่ หรือเป็นปุ่มปม ภายในก้อนมีเนื้อแน่น คล้ายฟองน้ำ หรือเป็นเมือกแต่ไม่เป็นฝุ่นผง และมีห้องหรือช่องเล็ก ๆ กระจายอยู่ในเนื้อโดยทั่วไป สปอร์เกิดอยู่ที่ผนังภายในช่องนี้ อาจเห็นรอยของก้านขนาดเล็กในเนื้อเห็ดด้วย ดอกเห็ดเกิดอยู่ใต้ดิน

กลุ่มเห็ดในไฟลัม Ascomycota

ลักษณะทั่วไป มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ สร้างสปอร์เรียกว่า conidia แบบอาศัยเพศสร้างสปอร์ ที่มีชื่อว่า ascospore อยู่ในถุงเรียกว่า ascus มีวงชีวิตดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 วงชีวิตของเห็ดในไฟลัม Ascomycota
ที่มา : (กรวิชญ์ บุญเม่น, 2565)

ทั้งนี้สามารถแบ่งเห็ดในกลุ่มนี้ตามลักษณะรูปร่าง ได้ดังนี้

1. กลุ่มเห็ดทรัฟเฟล (truffles)

ดอกเห็ดมีรูปร่างเป็นก้อนกลมจนถึงรูปไข่ หรือเป็นปุ่มปม ภายในมีลักษณะเป็นโพรงหรือช่องขนาดใหญ่ หรือเป็นร่องคดเคี้ยวไปมา สปอร์เกิดอยู่ที่ผิวด้านในของร่องหรือช่อง ส่วนที่เป็นเนื้อมีลักษณะแน่น หรือบางครั้งเป็นผง แต่ไม่เป็นเมือก ดอกเห็ดเกิดอยู่ใต้ดินในป่าเขตอบอุ่น มีกลิ่นหอมรับประทานได้ มีรสดี และราคาแพงมาก สัตว์พวกกระรอกและกระต่ายชอบขุดกิน ชาวตะวันตกฝึกสุกรและสุนัขให้หาเห็ดทรัฟเฟลด้วยวิธีดมกลิ่น

2. กลุ่มคอร์ไดเซป (Cordyceps) ไซลาเรีย (Xylaria) และดัลดิเนีย (Daldinia)

คอร์ไดเซป เป็นราที่เข้าทำลายแมลงและแมงมุม รูปร่างคล้ายกระบอง อาจจะขึ้นอยู่เดี่ยว ๆ หรือเป็นกลุ่ม สปอร์เกิดภายในกระบอง

ไซลาเรีย หรือเห็ดที่มีชื่อสามัญว่า เห็ดนิ้วมือคนตาย (dead man's fingers) มีรูปร่างคล้ายกระบอง ขนาดเล็ก ตั้งตรงขึ้นมาจากเนื้อไม้ เมื่ออ่อนมีสีขาวหรือครีม และผนังเรียบ เมื่อแก่มีผิวสีดำขรุขระ และหงิกงอ สปอร์เกิดอยู่ ภายในกระบองใกล้ ๆ ส่วนผิว

ดัลดิเนีย หรือเห็ดดันหมี มีรูปร่างเป็นก้อนนูน เกือบเป็นทรงกลม ติดอยู่บนเนื้อไม้ขนาดเล็กเหนียวและแข็ง สีม่วงเข้มจนถึงดำ เมื่ออ่อนมีผิวเรียบ เมื่อแก่ผิวขรุขระหรือแตกเป็นร่อง ถ้าผ่าดูเนื้อข้างในจะเห็นเป็นลายเส้นวงซ้อนกันอยู่ หลาย ๆ ชั้น สปอร์เกิดอยู่ภายในก้อนกลมติดกับส่วนผิว

3. กลุ่มเห็ดรูปโคมไฟหรือมอเรล (morels)

ดอกเห็ดมีหมวกและมีก้านที่ภายในเป็นโพรง ส่วนหมวกมีลักษณะคล้ายรังผึ้ง คือประกอบด้วยส่วนที่ยุบลงเป็นรูหรือร่องและมีสันที่ชัดเจน ส่วนหมวกนี้ติดอยู่กับก้านตลอดความยาวของหมวก ผิวก้านอาจเรียบหรือเป็นร่องลึกตามยาว เกิดบนดินภายในป่าเขตอบอุ่น กินได้และมีรสชาติอร่อยมาก สปอร์เกิดอยู่ที่ผิวหมวกส่วนที่ยุบเป็นรูหรือร่อง อย่างไรก็ตามเห็ดกลุ่มนี้ยังไม่มีรายงานว่าพบในประเทศไทย

4. กลุ่มเห็ดอานม้า (saddle fungi)

ดอกเห็ดมีขนาดเล็กถึงขนาดกลาง หมวกรูปร่างคล้ายอานมา สีน้ำตาลอ่อน สีเทาอ่อนหรือสีขาวถึงสีครีม ก้านเรียวเล็ก ทรงกระบอกผิวเรียบ หรือก้านอาจมีขนาดใหญ่เป็นร่องลึก มีสีคล้ายกับสีหมวก ดอกเห็ดมีลักษณะเปราะบาง เกิดอยู่บนดินหรือบนไม้ผุ สปอร์เกิดอยู่ที่ผิวด้านบนของหมวก

5. กลุ่มเห็ดรูปแก้วแชมเปญ รูปถ้วย หรือรูปจาน (cup fungi or disclike fungi)

ดอกเห็ดมีรูปร่างคล้ายแก้วแชมเปญ ถ้วย หรือจานกลมก้นตื้น หรือก้นลึก มีก้านหรือไม่มีก้าน ขนาดเล็กจนถึงใหญ่มีตั้งแต่สีอ่อนจนถึงสีสดใส สวยงามมาก ขึ้นอยู่บนไม้ผุ สปอร์เกิดอยู่ด้านในของปากถ้วยหรือปากจาน

6. กลุ่มเห็ดลิ้นพสุธา (earth tongues)

ดอกเห็ดรูปร่างเป็นแท่งตั้งตรง คล้ายรูปกระบอง ไม่แตกแขนงมีส่วนหัวที่ใหญ่พองออกหรือแบนเห็นได้อย่างชัดเจน ที่ผิวของส่วนหัวมักมีลักษณะเป็นร่องหรือมีรอยย่น เหนียวไม่เป็นเมือก สีดำ สีเขียวอ่อน สีเหลือง และสีอื่น ๆ ขึ้น บนดิน หรือบนไม้ผุ สปอร์เกิดอยู่ใต้ผิวบริเวณส่วนหัว (ราชบัณฑิตยสถาน, 2550 : 1-9; อนงค์ จันทร์ศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และอุทัยวรรณ แสงวณิช., 2551 : 1-20)

การจัดจำแนกและระบุชนิดเห็ดโดยใช้วิธีทางอณูชีววิทยา

นอกจากการระบุชนิดเห็ดด้วยวิธีการทางสัณฐานวิทยาแล้ว ปัจจุบันพบว่าวิธีการทางอณูชีววิทยา (molecular techniques) ช่วยให้การจัดจำแนกและระบุชนิดเห็ดราได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดจำแนกระบุชนิดของเห็ด โดยวิธีทางสัณฐานวิทยาบางครั้งไม่สามารถระบุได้

ถูกต้องชัดเจน เกิดความสับสนและข้อผิดพลาดได้ง่าย ต้องอาศัยความชำนาญ และใช้เวลานาน เพราะเป็นการศึกษาลักษณะภายนอกเท่านั้น จึงได้มีการพัฒนาวิธีการระบุชนิดเห็ดด้วยวิธีทางอณูชีววิทยา (molecular base techniques) โดยการทำ PCR (polymerase chain reaction) เป็นเทคนิคเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมคือ Deoxyribonucleic acid (DNA) ให้มีปริมาณมากเป็นล้านเท่าในระยะเวลาอันรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการจำลองตัวของสายดีเอ็นเอ (DNA Replication) เลียนแบบกระบวนการสังเคราะห์ DNA ในสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่มีการสร้างสาย DNA สายใหม่อีกหนึ่งสายจาก DNA เดิม ซึ่งในเชื้อรานิยมทำการศึกษาโดยการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนของ ribosomal DNA (rDNA) เช่น บริเวณ Internal Transcribe Spacer (ITS) จากนั้นทำการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) หรือลำดับเบส (base) แล้วนำไปเทียบกับฐานข้อมูล ทำให้การระบุชนิดของเห็ดถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Raja, HA. et al., 2017: 756-770)

Polymerase Chain Reaction (PCR)

Polymerase Chain Reaction หรือ (PCR) เป็นเทคนิคสำหรับเพิ่มปริมาณ DNA โดยอาศัยหลักการ DNA Replication ซึ่งเป็นการสังเคราะห์สาย DNA สายใหม่ จาก DNA ต้นแบบในหลอดทดลองภายในระยะเวลาสั้นและได้ DNA สายใหม่เกิดขึ้นเป็นล้านเท่า จุดเด่นของเทคนิค PCR คือสามารถเพิ่มปริมาณ DNA ได้อย่างเฉพาะเจาะจงโดยมีขั้นตอนการทำงานน้อยและใช้เวลาน้อย

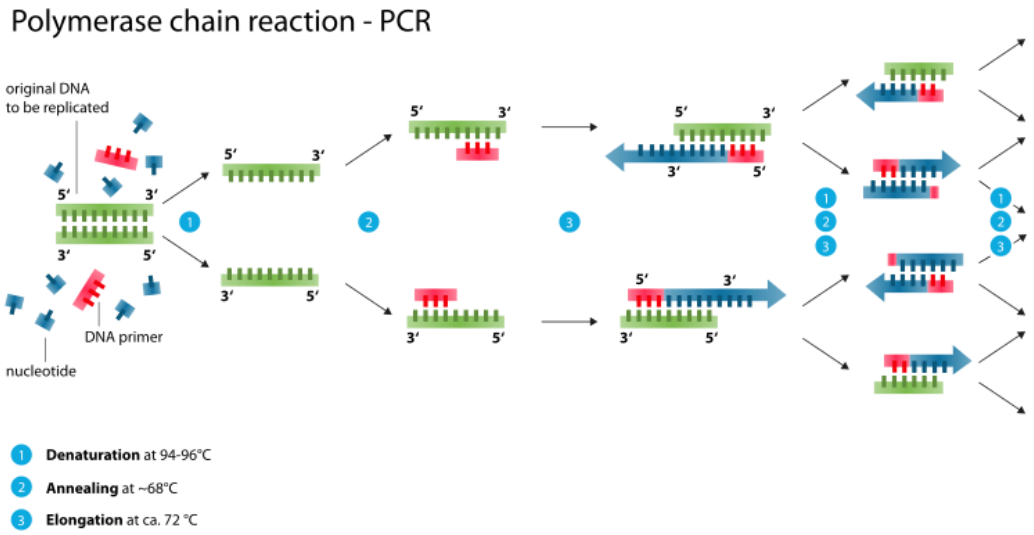
หลักการของ PCR

ใช้หลักการพื้นฐานในการสังเคราะห์ DNA สายใหม่จากสาย DNA ที่เป็นต้นแบบหนึ่งสายด้วยเอนไซม์ DNA polymerase โดยใช้ไพรเมอร์ (primer) 1 คู่ ปฏิกิริยา PCR มี 3 ขั้นตอน และหมุนเวียนต่อเนื่องกันไป ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมแต่ละขั้นตอน

ขั้นแรก เรียกว่า denaturing เป็นการแยกสาย DNA ที่เป็นต้นแบบจากสภาพที่เป็นเส้นคู่ ให้เป็นเส้นเดี่ยวโดยใช้อุณหภูมิสูง 92-95 องศาเซลเซียส

ขั้นที่สอง เรียกว่า annealing เป็นขั้นตอนที่ลดอุณหภูมิลงและจัดให้ไพรเมอร์ ซึ่งเป็น DNA สายสั้น ๆ (ประกอบด้วยนิวคลีโอไทด์จำนวน 14-13 เบส) ที่มีลำดับ เบสเป็นคู่สมกับ DNA ที่เป็นต้นแบบจับคู่กัน ซึ่งนิยมใช้อุณหภูมิในช่วง 37-60 องศาเซลเซียส

ขั้นที่สามเรียกว่า extension เป็นขั้นตอนการสังเคราะห์ DNA สายใหม่โดยสังเคราะห์ต่อจากส่วนปลาย 5′ ของไพรเมอร์ ตามข้อมูลบน DNA ที่เป็นต้นแบบแต่ละสายโดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ดีเอ็นเอโพลิเมอร์เรส (DNA polymerase) ซึ่งเอนไซม์นี้สามารถทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 72-75 องศาเซลเซียส เอนไซม์ดีเอ็นเอโพลิเมอเรสที่ใช้ควรคงคุณสมบัติอยู่ได้ภายใต้สภาวะของปฏิกิริยา ตลอดทั้งสามขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2.5



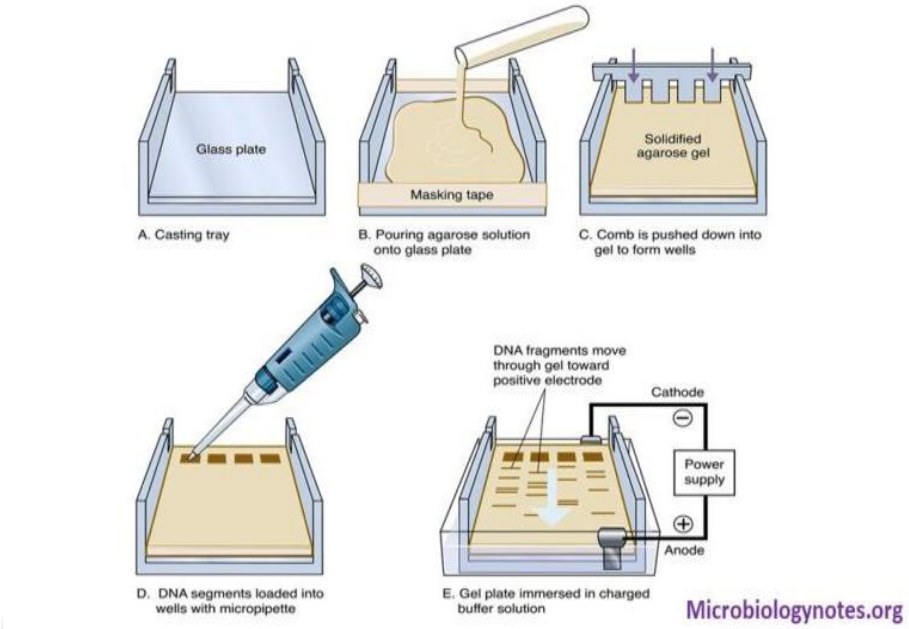
ภาพที่ 2.5 หลักการและขั้นตอนการเพิ่มปริมาณ DNA ด้วยเทคนิค PCR

ที่มา : (Wikimediacommons, 2565)

จากขั้นตอนที่ 1-3 ซึ่งนับเป็นจำนวน 1 รอบ (one cycle) จะให้ผลผลิตเป็น DNA สายคู่ที่มีลำดับเบสเป็นคู่สมกับดีเอ็นเอที่เป็นต้นแบบเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า

การวิเคราะห์ผลผลิต DNA จากปฏิกิริยา PCR

DNA ที่เกิดจากปฏิกิริยา PCR ในหลอดทดลองจะไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ดังนั้นเพื่อตรวจหา DNA ผลผลิต (PCR product) จะต้องนำตัวอย่างที่ทำ PCR มาแยกหา DNA โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า agarose gel electrophoresis ซึ่งเป็นการแยก DNA ด้วยกระแสไฟฟ้าบนแผ่นวุ้น (Agarose gel) โดยระยะทางที่ DNA สามารถเคลื่อนที่ไปได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของ DNA และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ DNA ที่แยกโดยวิธีนี้สามารถมองเห็นได้เมื่อย้อมด้วยสีพิเศษ ซึ่งจะเรืองแสงเมื่อเจอกับแสงอัลตร้าไวโอเลต ซึ่งจะเห็นแถบ DNA เรืองแสงบนแผ่นวุ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.6



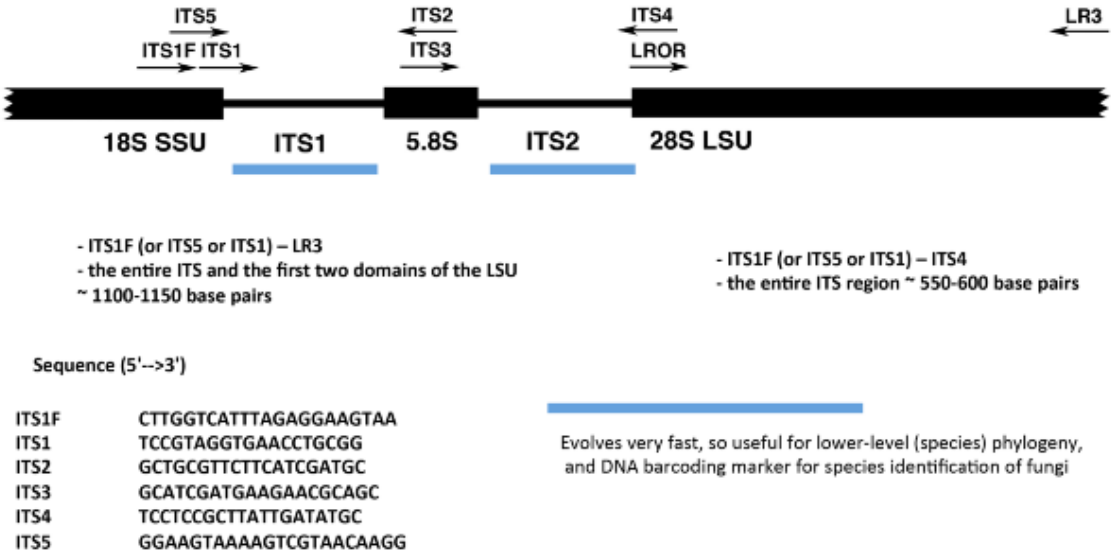
ภาพที่ 2.6 agarose gel electrophoresis
ที่มา : (Microbiologynotes, 2021)

บริเวณ Internal Transcribed Spacer (ITS) ในการจัดจำแนกเห็ดรา

การจัดจำแนกเชื้อราด้วยวิธีทางอณูชีววิทยา นิยมทำการเพิ่มจำนวนบริเวณ Internal Transcribed Spacer (ITS) ด้วยเทคนิค PCR หรือเรียกว่า ITS-PCR โดยใช้ไพรเมอร์ ITS1 และ ITS4 จากนั้นจึงนำลำดับนิวคลีโอไทด์มาทำการเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อราในฐานข้อมูล ซึ่งร้อยละความคล้ายคลึง (% identity หรือ % similarity) ที่สูงสามารถบ่งชี้ได้ว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของราที่คัดเลือกได้น่าจะเป็นราชนิดใด เมื่อพิจารณาความละเอียดในการระบุชนิดของรา จะเห็นได้ว่าวิธี ITS-PCR สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์หรือภายในสายพันธุ์เดียวกันได้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ควรมีการศึกษาทางสัณฐานวิทยาร่วมด้วยเสมอ (ปิยวรรณ กลมเกลี้ยง และคนอื่น ๆ, 2557: 683-694)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Internal Transcribed Spacer (ITS) เป็นบริเวณลำดับเบสที่เรียกว่า non-coding sequence ITS จะอยู่บริเวณปลาย 3’ small subunit rRNA gene และ 5’ large subunit rRNA gene โดย ITS จะมีอยู่ 2 บริเวณ คือ ITS1 ตั้งอยู่ระหว่างยีน 18S และ 5.8S และ ITS2 ตั้งอยู่ระหว่าง 5.8S และ large subunit บริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีวิวัฒนาการสูง ทำให้มีความหลากหลายของตำแหน่งเบสมากพอที่จะนำมาระบุสปีชีของเชื้อราได้ (Raja, HA. et al., 2017 : 756-770) ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดง primer และบริเวณ ITS ที่ใช้ในการจัดจำแนกและระบุชนิดเชื้อรา
ที่มา : (Raja, HA. et al., 2017 : 756-770)

เทคนิค DNA sequencing

เป็นการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์หรือลำดับเบสของดีเอ็นเอตัวอย่างที่ต้องการจะศึกษา ได้จากการนำตัวอย่างเข้าเครื่อง Automated DNA sequencing จะทำการแปลผลลำดับเบสออกมา สำหรับการตรวจลำดับนิวคลีโอไทด์นั้นมีหลายวิธี ซึ่งวิธีที่นิยมจะใช้หลักการของแซงเกอร์ (Sanger sequencing method) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Dideoxy chain termination method โดยในปฏิกิริยาประกอบด้วย

1) ดีเอ็นเอต้นแบบที่มีการเพิ่มจำนวนในบริเวณที่ต้องการศึกษาหาลำดับนิวคลีโอไทด์
2) ไพร์เมอร์ 1 เส้นเป็น forward หรือ reverse primer
3) เอนไซม์ DNA polymerase
4) Deoxyribonucleotide triphosphates (dNTPs) 4 ชนิด ได้แก่ dATP, dTTP, dGTP และ dCTP
5) Dideoxyribonucleotide triphosphates (ddNTPs) 4 ชนิด ได้แก่ ddATP, ddTTP, ddGTP และ ddCTP

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เทคนิค BLAST

เป็นการวิเคราะห์ความเหมือน (homology search) ของข้อมูลนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยเป็นการค้นหาความเหมือนของผล sequence ที่จะได้รับผลการวิเคราะห์ลำดับนิว คลีโอไทด์ในรูปแบบไฟล์ แล้วนำผลนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปเทียบกับฐานข้อมูลในระบบ Genbank (www.ncbi.nlm. nih.gov/genbank/) ที่มีข้อมูลของผล sequence อยู่ในฐานข้อมูลเพื่อหากลุ่มของยีน รวมทั้งเป็นการคาดเดาโครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีนจาก sequence ที่ได้มา ซึ่งการค้นหาความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์จากฐานข้อมูลสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรม Blast N ที่เป็นโปรแกรมภายใต้ฐานข้อมูล NCBI โดยโปรแกรมระบบจะปรากฏชื่อ genus และ species ของเชื้อและร้อยละความคล้ายคลึง (%identity หรือ %similarity)

หลักการ BLAST

การใช้โปรแกรม BLAST สามารถเข้าผ่านหน้าแรกของ NCBI http://www.ncbi.nlm.nih.gov ได้ จากนั้นให้เลือก BLAST link เมื่อเข้าไปที่หน้า BLAST แล้วให้ดูที่ Basic BLAST จะเห็นว่ามีโปรแกรม BLAST อยู่ 5 โปรแกรม (5 Links)

1. nucleotide blast หรือ blastn เป็นการค้นหาความเหมือนของ nucleotide sequence ของผล (Query sequence เป็น nucleotide sequence) กับ nucleotide sequence ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (Database sequence)

2. protein blast หรือ blastp เป็นการค้นหาความเหมือนของ protein sequence ของผล (Query sequence เป็น protein sequence) กับ protein sequence ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (Database sequence)

3. blastx เป็นการค้นหาความเหมือนของ translated nucleotide sequence (predicted amino acid seuqence) ของผล (Query sequence เป็น nucleotide sequence) กับ protein sequence ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (Database sequence)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. tblastn เป็นการค้นหาความเหมือนของ protein sequence ของผล (Query sequence เป็น amino acid sequence) กับ translated nucleotide sequence ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (Database sequence)

5. tblastx เป็นการค้นหาความเหมือนของ translated nucleotide sequence (predicted amino acid seuqence) ของผล (Query sequence เป็น nucleotide sequence) กับ translated nucleotide sequence ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล (Database sequence)

บทบาทของเห็ดต่อระบบนิเวศ

ระบบนิเวศ (ecosystem) หมายถึง หน่วยของกลุ่มสิ่งมีชีวิตและปัจจัยสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่กว้างพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งที่มีความผูกพันกัน จนก่อให้เกิดเป็นระบบของการถ่ายทอดพลังงานและสารอาหาร ในระบบนิเวศนั้น พืชทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตอินทรียวัตถุ จึงเรียกว่า ผู้ผลิต (producer) ส่วนสัตว์ทำหน้าที่ใช้ประโยชน์จากผลิตผลของพืช จึงเรียกว่า ผู้บริโภค (consumer) ซึ่งแยกย่อยออกไปอีกหลายระดับ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกินพืช (herbivore) สิ่งมีชีวิตกินสัตว์ (carnivore) สิ่งมีชีวิตกินพืชและสัตว์ (omnivore) และสัตว์กินซากสัตว์ (scavenger)

ในส่วนของจุลินทรีย์ อันได้แก่ แบคทีเรียแอกทิโนไมซิส (actinomyces) รา (fungi) และไส้เดือนฝอย (nematode) เป็นกลุ่มซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารให้มีขนาดเล็กลงกลายเป็นธาตุอาหารกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม จึงมีชื่อเรียกว่า ผู้ย่อยสลาย (decomposers) แบคทีเรียและราชนิดต่าง ๆ จะปล่อยน้ำย่อยหรือเอนไซม์ (enzyme) ออกมาจากเซลล์เพื่อสลายเซลลูโลสหรือเนื้อเยื่ออินทรียสารอื่น ๆ ทำให้ได้พลังงานและธาตุอาหารออกมาใช้ในกลุ่มของผู้ย่อยสลายเองส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งกลับคืนสู่สภาพแวดล้อมก่อให้เกิดประโยชน์ต่อไป

เนื่องจากเห็ดถูกจัดอยู่ในกลุ่มรา (fungi) ดังนั้น เห็ดจึงทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศโดยผลลัพธ์จากการย่อยสลาย มักอยู่ในรูปธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เห็ดนำไปใช้ในการเติบโต ทั้งนี้เมื่อพิจารณาให้ลึกลงไปถึงการได้มาซึ่งอาหารของเห็ด หรือพิจารณาจากสิ่งที่เห็ดขึ้นอยู่เป็นหลัก จะสามารถแบ่งเห็ดออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เห็ดปรสิตกับสิ่งมีชีวิตอื่น เห็ดแซปโพรไฟต์ และเห็ดที่อยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

1. เห็ดปรสิตกับสิ่งมีชีวิตอื่น (parasitic mushroom)

เห็ดกลุ่มนี้สามารถเจริญบนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และทำให้เกิดโรคกับสิ่งมีชีวิตนั้นได้ เช่น เห็ดที่พบอยู่บนลำต้น กิ่ง และก้านของพืชที่มีชีวิต ก่อให้เกิดโรคลำต้นเน่า ไส้เน่าหรือแก่นไม้ผุ (heart rot) และรากเน่า อาการของโรคอาจรุนแรงจนทำให้พืชตายทั้งต้น

2. เห็ดแซปโพรไฟต์ (saprophytic mushroom)

เห็ดแซปโพรไฟต์หรือเห็ดกินซากสิ่งมีชีวิต คือ เห็ดที่ขึ้นอยู่บนเศษซากพืช ได้แก่ ซากใบไม้ กิ่งไม้ ขอนไม้ ฮิวมัส มูลสัตว์ (โดยเฉพาะสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร) ซากแมลง และซากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เช่น ขนสัตว์ ขนนก เขาสัตว์ กีบตีนสัตว์ เห็ดส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ เห็ดจะผลิตเอนไซม์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินออกมา เพื่อย่อยผนังเซลล์พืชที่มีเซลลูโลสร้อยละ 50-70 เฮมิเซลลูโลสร้อยละ 10-20 และลิกนินร้อยละ 10-20 ของเนื้อไม้โดยน้ำหนัก ทำให้สารประกอบที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น บางอย่างหรือทั้งหมดเกิดการย่อยสลายเป็นโมเลกุลที่มีขนาดเล็กส่งผลให้เนื้อไม้ค่อย ๆ เปลี่ยนรูป เกิดการเน่าเปื่อยหรือผุพัง (wood decay) จนในที่สุดกลายเป็นแร่ธาตุซึ่งบางส่วนถูกเห็ดดูดไปใช้เป็นอาหาร และบางส่วนกลับคืนสู่สิ่งแวดล้อม

3. เห็ดที่อยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (symbiotic mushroom)

เห็ดในกลุ่มนี้แบ่งย่อยออกเป็น เห็ดเอกโทไมคอร์ไรซา และเห็ดโคนหรือเห็ดปลวก

3.1 เห็ดเอกโทไมคอร์ไรซา (ectomycorrhizal mushroom) คือ เห็ดที่อยู่ร่วมกับราก แขนงเล็กๆ ของพืช ในแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน โดยเส้นใยเห็ดส่วนหนึ่งจะพันอยู่รอบๆ ราก แขนง ซึ่งเห็นเป็นชั้นหรือเป็นแผ่นบางห่อหุ้มราก เรียกว่า แผ่นแมนเทิล (mantle sheath) และอีกส่วนหนึ่งแทงผ่านรากเข้าไปเจริญอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ของเซลล์ผิว (epidermis) และเซลล์คอร์เท็กซ์ (cortex) มีลักษณะคล้ายร่างแห จึงมีชื่อเรียกว่า Hartig net ซึ่งตั้งตามชื่อของ โรแบร์ท ฮาร์ทิช (Robert Hartig) นักโรคพืชชาวเยอรมันที่เชี่ยวชาญโรคของไม้ยืนต้น เส้นใยเห็ดจะไม่ผ่านเข้าไปในส่วนของเอนโดเดอร์มิส (endodermis) เส้นใยที่พันอยู่รอบๆ รากนี้มีส่วนที่แผ่กระจายออกไปในดินด้วย เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วส่งผ่านรากมาให้ต้นพืช พืชจึงสามารถสังเคราะห์อาหารได้มากขึ้น ส่งผลให้มีการเติบโตดีขึ้น อาหารที่พืชสังเคราะห์ได้ นอกจากจะถูกส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืชแล้ว ยังมีเหลือส่งไปเก็บสะสมไว้ที่รากด้วย ซึ่งอาหารสะสมที่รากนี้ จะถูกเส้นใยเห็ดดูดไปใช้เพื่อการเติบโตอีกต่อหนึ่ง เมื่อมีความชื้น อุณหภูมิ แสงแดด และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เส้นใยเห็ดที่อยู่ใต้ดินจะรวมตัวกันเกิดเป็นดอกเห็ดโผล่ขึ้นมาเหนือดิน หรืออาจฝังอยู่ในดินทั้งดอก หรือโผล่ขึ้นมาเหนือดินเพียงบางส่วนก็ได้ โดยดอกเห็ดจะเกิดอยู่ใกล้ ๆ กับต้นพืชที่เป็นแหล่งอาศัยเสมอ ทำให้พอคาดเดาได้ว่า เห็ดเอกโทไมคอร์ไรซาที่เห็นเข้าคู่อยู่กับต้นพืชชนิดใด สำหรับรากพืชที่ให้แหล่งอาศัยแก่เห็ดมีชื่อเรียกว่า รากเอกโทไมคอร์ไรซา จะมีการแตกแขนงมากและมีขนาดใหญ่กว่ารากปกติ สีจะเปลี่ยนไปตามสีของเส้นใยที่พันอยู่รอบๆ ราก ผิวรากอาจเรียบหรือขรุขระ หรือมีเส้นใยสานกันไปมาคล้ายตาข่าย อาจมีความมันวาวหรือไม่มีก็ได้ (Hall, I.R. et al., 2003 : 467-475)

ในประเทศไทยมีเห็ดเอกโทไมคอร์ไรซาหลายชนิด เช่น เห็ดเผาะ (*Astraeus* spp.) เห็ดไข่ห่านเหลืองหรือเห็ดระโงกเหลือง (*Amanita hemibapha* subsp. *javanica*) เห็ดหลายหน้าหรือเห็ดแสงส้มแดง (*Laccaria laccata*) เห็ดแดง (*Russula emetica*) เห็ดปะการังสีม่วง (*Clavaria zollingeri*) และเห็ดขมิ้นน้อยสายพันธุ์ชมพูหรือเห็ดมันกุ้ง (*Cantharellus cinnabarinus* var. *australiensis*) สำหรับพืชที่มีเอกโทไมคอร์ไรซาเกือบทั้งหมดเป็นไม้ต้น โดยเฉพาะไม้ต้นในวงศ์ยาง วงศ์กำลังเสือโคร่ง วงศ์ก่อ และวงศ์สนเขา และพบกับไม้บ้านบางชนิดในวงศ์มะม่วง วงศ์ถั่ว วงศ์ย่อยนนทรี วงศ์ย่อยไมยราบ วงศ์ไม้ยางพารา และวงศ์หว้า ตามธรรมชาติเห็ดเอกโทไมคอร์ไรซาจะไม่สามารถเจริญได้หากปราศจากพืชอาศัย จากการศึกษาพบว่า ไม้ป่าที่ไม่มีเห็ดเอกโทไมคอร์ไรซาที่รากจะเติบโตได้ไม่ดีเท่าไม้ป่าที่มีเห็ดเอกโทไมคอร์ไรซา สิ่งนี้เห็นได้ชัดเจน ในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์หรือดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุมมาเป็นระยะเวลานาน ด้วยเหตุนี้ นักวิชาการป่าไม้จึงนำความรู้เรื่องเอกโทไมคอร์ไรซามาประยุกต์ใช้ โดยนำเชื้อเห็ดเอกโทไมคอร์ไรซามาใส่ลงในดินที่ใช้เพาะกล้าไม้ เพื่อให้ได้กล้าไม้ที่มีเห็ด

เอกโทไมคอร์ไรซาอยู่ที่ราก ก่อนที่จะย้ายกล้าไม้ไปปลูกในสวนป่าที่ดินไม่อุดมสมบูรณ์ และมีความแห้งแล้ง ซึ่งสามารถช่วยให้การปลูกสร้างสวนป่าประสบความสำเร็จมากขึ้น

3.2 เห็ดโคนหรือเห็ดปลวก (termite mushroom) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Termitomyces* spp. เป็นเห็ดที่อยู่ร่วมกับปลวก ในลักษณะพึ่งพาอาศัยกัน เส้นใยของเห็ดโคนที่เจริญอยู่ในรังปลวกจะปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยสลายรังปลวกเป็นอาหาร ในธรรมชาติปลวกสร้างรังจากสิ่งขับถ่ายของมัน ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลวและกากเนื้อไม้ที่ยังย่อยไม่สมบูรณ์ ขณะที่ปลวกซึ่งอาศัยอยู่ในรังจะได้ประโยชน์จากการได้กินเส้นใยของเห็ดโคนเป็นอาหาร จนถึงระยะหนึ่ง ที่ปลวกกินเส้นใยของเห็ดโคนน้อยลง ทำให้เส้นใยมีมากขึ้นและสมบูรณ์พอที่จะรวมตัวกันเจริญเป็นดอกเห็ดโผล่ขึ้นมาเหนือดิน ดังนั้น จึงมักเห็นเห็ดโคนขึ้นอยู่เหนือดินใกล้ ๆ กับรังปลวกหรือจอมปลวกเสมอ และมีโคนก้านดอก ซึ่งจะมีรูปร่างยาวเรียวจากผิวดิน ลงไปเชื่อมต่อกับสวนเห็ด (fungus garden) ที่อยู่ใต้ดินภายในรังปลวก ปลวกที่อยู่ร่วมกับเห็ดโคนมีชื่อเรียกว่า ปลวกเลี้ยงรา (fungus growing termites) ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เห็ดโคนก็มีหลายชนิดเช่นกัน ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของเห็ดโคนกับชนิดของปลวกไม่มีความเฉพาะเจาะจง กล่าวคือ มีเห็ดโคนหลายชนิดอยู่ร่วมกับปลวกชนิดหนึ่ง ในทางกลับกัน ก็มีปลวกหลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กับเห็ดโคนชนิดเดียว และยังมีเห็ดโคนอีกชนิดหนึ่ง ที่ไม่มีก้านยาวเรียวไปเชื่อมต่อกับสวนเห็ดที่อยู่ใต้ดิน เห็ดโคนชนิดนี้มีขนาดเล็กคือมีเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวก 1-2 เซนติเมตร เส้นใยของเห็ดชนิดนี้เติบโตอยู่ในรังปลวก เมื่อถึงฤดูฝน ปลวกจะขนชิ้นส่วนของสวนเห็ดขึ้นมาจากรัง และนำมาวางไว้เหนือดิน ภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน จะเกิดดอกเห็ดขนาดเล็กสีขาวขึ้นมาบนชิ้นส่วนนั้นเต็มไปหมด เห็ดโคนกลุ่มนี้มีชื่อเรียกว่า เห็ดโคนข้าวตอก เห็ดโคนเป็นที่นิยมของผู้ชอบบริโภคเห็ด เพราะมีรสชาติอร่อยและมีกลิ่นหอม ราคาของเห็ดโคนค่อนข้างสูง เพราะเป็นเห็ดที่ต้องเก็บจากธรรมชาติ มีปริมาณจำกัดและพบในบางช่วงของฤดูฝนเท่านั้น เส้นใยเห็ดโคนแม้จะสามารถเพาะเลี้ยงให้เติบโตได้อย่างช้า ๆ บนอาหารสังเคราะห์ แต่ยังไม่มีผู้ใดสามารถชักนำเส้นใยของเห็ด ให้เกิดเป็นดอกเห็ดในโรงเรือนได้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเห็ดโคนมีความต้องการปัจจัยในการเติบโตที่เฉพาะเจาะจงมาก ซึ่งหากทำการศึกษาวิจัยจนสามารถเพาะเห็ดโคนได้ ก็จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากต่อการเพาะเลี้ยงเพื่อการค้า (Hsieh, H. M., et al., 2017 : 1-14)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏร้าไพพรรณี

การเพาะเห็ด

เห็ดมีความสำคัญและมีประโยชน์โดยเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญ เป็นผู้ย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ หมุนเวียนสารอาหารในสิ่งแวดล้อม เป็นอาหารและเป็นยา ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการเพาะเห็ดกินได้หลากหลายชนิด เพื่อจำหน่ายและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทำให้การเพาะเห็ดเป็นอาชีพหนึ่งที่น่าสนใจและทำรายได้ให้กับเกษตรกรทั้งที่ทำเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม

หลักการเพาะเห็ดเบื้องต้นก็คือ การศึกษาสภาพต่าง ๆ ในธรรมชาติของเห็ดนั้น ๆ แล้วนำเห็ดนั้นมาเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติ เนื่องจากการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดและปัจจัยในการเจริญเป็นดอกของเห็ดนั้นมีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาถึงขั้นตอนของการเพาะเห็ดเพื่อที่จะได้เห็ดที่มีลักษณะสมบูรณ์ และตรงกับความต้องการของผู้บริโภค (บรรณ บูรณะชนบท, 2547 : 1-7)

การเพาะเห็ดในถุงโดยทั่วไป แบ่งขั้นตอนการเพาะออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1.การแยกเชื้อเห็ดและการเลี้ยงเห็ดบนอาหารวุ้น

2.การทำหัวเชื้อเมล็ดข้าวฟ่าง

3.การทำก้อนเชื้อในถุงพลาสติก

4.การเพาะให้เกิดดอก

ความต้องการสารอาหารของเห็ด

เห็ด จัดเป็นเชื้อราชนิดหนึ่ง ไม่สามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเหมือนพืชที่มีสีเขียวทั่วไป อาหารและพลังงานของเห็ดที่ใช้ในการเจริญเติบโตจะได้จากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ได้มาจากซากพืชที่เป็นปุ๋ยผุพัง โดยอาจมีแบคทีเรียเป็นผู้ทำหน้าที่ย่อยสลายก่อนแล้วเห็ดจึงนำไปใช้ นั่นคือ เห็ดจะสร้างอาหารด้วยตัวเองไม่ได้ จะได้อาหารและพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น อาหารที่เห็ดได้จากเศษซากพืชคือ น้ำตาลในรูปน้ำตาลกลูโคส เซลลูโลส แป้ง ฯลฯ น้ำตาลบางชนิดมีสูตรโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่น แป้ง ฯลฯ เห็ดบางชนิดมีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยอาหารเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี โดยอาหารจะถูกดูดซึมเข้าไปทางผนังเซลล์ นอกจากน้ำตาลแล้วยังมีโปรตีน และธาตุอาหารอื่น ๆ อีก (บรรณ บูรณะชนบท, 2547 : 1-7; ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์, 2538 : 1-20; Laessoe T., 1998 : 1-10; Hall, I. R., Wang, Yun., & Antonella, A., 2003 : 467-475)

สารอาหารของเห็ด ประกอบด้วย

1. สารประกอบที่เป็นแหล่งคาร์บอน (carbon source)

หมายถึง สารประกอบที่มีคาร์บอนอยู่ได้แก่ น้ำตาลต่าง ๆ เช่น กลูโคส เดกโตส ฟรุคโตส ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เช่น เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสที่ต้องอาศัยจุลินทรีย์ย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็กก่อนที่เห็ดจะนำไปใช้ได้

จะเห็นว่าวัสดุในการเตรียมเพื่อเพาะเลี้ยงแม่เชื้อ (mother mycelium) หัวเชื้อ (mother spawn) และก้อนเชื้อ (bag culture) ตลอดจนวัสดุในการเตรียมปุ๋ยหมักเพาะเห็ดหรือวัสดุเพาะเห็ดส่วนใหญ่จะประกอบด้วยสารประกอบคาร์บอน สำหรับวัสดุที่เป็นแหล่งคาร์บอน คือ วัสดุเหลือใช้ใน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

การเกษตร (agricultural waste) ได้แก่ ฟางข้าว ฟางข้าวโอ๊ต ฟางข้าวไรน์ ฟางข้าว บาร์เลย์ ขี้เลื่อย นอกจากนี้ยังมีการใช้เศษวัสดุเหลือจากการเกษตรอื่น ๆ เช่น ทะลายปาล์ม เฟิร์น หญ้า ผักตบชวา เปลือกมันสำปะหลัง เปลือกถั่วเขียว หรือถั่วเหลือง เศษฝ้าย ปุ๋ยหมัก เป็นต้น ซึ่งจะประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน เป็นส่วนใหญ่

2. สารประกอบที่เป็นแหล่งไนโตรเจน (nitrogen source)

หมายถึง สารประกอบที่มีไนโตรเจนอยู่ด้วย เช่น โปรตีน กรดอะมิโน เกลือของแอมโมเนียม ต่าง ๆ ที่จุลินทรีย์มีความต้องการและสามารถใช้ในรูปต่าง ๆ กันแล้วแต่ชนิดของจุลินทรีย์ แหล่งที่ให้ไนโตรเจนที่เหมาะสมแก่เห็ด คือ ยูเรีย เกลือแอมโมเนียม ทั้งแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) และแอมโมเนียมไนเตรท (NH_4NO_3)

3. ธาตุอาหาร (nutrient)

เห็ดจะใช้ธาตุอาหารในการเจริญเติบโตทุกระยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเจริญของเส้นใย ธาตุอาหารเหล่านี้ได้แก่ Ca P K และ Mg แม้ว่าต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยแต่จะทำให้เห็ดเจริญเติบโตตามปกติได้ เพราะทำให้ขบวนการทางสรีรวิทยาของเห็ดเป็นไปอย่างปกติ เช่น

ยิปซัม ($CaSo_4.2H_2O$) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Ca จำนวน 1.5 กรัม หรือใช้ดีเกลือ 30 กรัมแทน K (ในรูปของ potassium sulfate 15 g.) จำนวน 30 กรัม

ดีเกลือ ($MgSO_4$) เพื่อให้เป็นแหล่งของ Mg จำนวน 20 กรัม

ทั้งนี้อาจใช้หินปูน (lime ; $CaCo_3$) จำนวน 30 กรัม แทนยิปซัมได้

4.วิตามิน (vitamin)

การใช้วิตามินต่าง ๆ เช่น ไบโอทิน (boitin) และไทอามิน (thiamin) มีผลให้เส้นใยของเห็ดแชมปิญองเจริญเติบโตได้ดี

5. สารกระตุ้นการเจริญเติบโต (growth promotion activity)

การใช้สารเหล่านี้เพื่อผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเห็ด สารที่นำมาใช้ ได้แก่ สารในกลุ่ม auxin เช่น IAA (indoleacetic acid) กรดอะมิโน เช่น phenyalamine methionine และ proline นอกจากนี้ได้มีการใช้ สารประกอบเอสเตอร์จากกรดไขมัน ได้แก่ oleic acid และ linolic acid

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญของเห็ด

สภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของเห็ด เป้าหมายในการเพาะเลี้ยงเห็ด คือการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่เป็นดอกเห็ด หากไม่มีการจัดการปัจจัยสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมแล้วจะทำให้เกิดความล้มเหลวในขบวนการผลิตขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการผลิต การจัดสภาพแวดล้อมกับเห็ดอย่างเหมาะสมควรคำนึงถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ถือว่าเป็นปัจจัยของสภาพแวดล้อมดังต่อไปนี้

(บรรณ บูรณะชนบท, 2547 : 1-7; ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์, 2538 : 1-20; Laessoe T., 1998 : 1-10; Hall, I. R., Wang, Yun., & Antonella, A., 2003 : 467-475)

1. วัสดุที่ใช้เพาะ (Medium หรือ Substrate)

เห็ดแต่ละชนิดใช้วัสดุเพาะต่างกันออกไปเช่น เห็ดที่เจริญบนท่อนไม้ผุ ได้แก่ เห็ดหอม เห็ดหูหนู เห็ดมะม่วง เห็ดนางรม เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดขอน และเห็ดแครง จะใช้ไม้หรือผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นวัสดุเพาะ เช่น ขี้เลื่อย ในขณะที่เห็ดฟาง เห็ดแชมปิญอง เห็ดขี้ม้า เห็ดตีนแรด เห็ดตับเต่า ฯลฯ จะใช้วัสดุจำพวกปุ๋ยหมัก ส่วนเห็ดที่เป็นพวกมัยคอไรซ่าจะขึ้นอยู่บนส่วนรากไม้ การจะใช้วัสดุเพาะชนิดใด จึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการใช้อาหารของเห็ดในกลุ่มนั้น ๆ

2. อาหารสำหรับเห็ด

เห็ดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้แบบพืชสีเขียว เช่นต้นไม้ทั่วไป แต่จะได้รับอาหารและพลังงานจากการย่อยสลายสารอินทรีย์เท่านั้น หรือเป็น heterotroph แหล่งคาร์บอนหรือพลังงานที่เห็ดสามารถใช้ได้ง่ายคือ กลูโคสหรือเดกซ์โทรส เห็ดหลายชนิดสามารถใช้สารประกอบคาร์บอนที่มีโครงสร้างซับซ้อน เช่น โพลิแซคคาไรด์ แป้ง เซลลูโลส เซลโลไบโอส และลิกนิน จึงพบว่าเห็ดบางชนิดสามารถย่อยไม้ มูลสัตว์ ปุ๋ยหมักเป็นอาหารได้ ส่วนโปรตีนและไขมัน เห็ดสามารถย่อยได้จากสารประกอบเชิงซ้อน และในรูปที่ย่อยง่ายได้ ขบวนการย่อยอาหารของเห็ด จะเป็นการปล่อยน้ำย่อยหรือเอนไซม์ออกมาภายนอกเส้นใยเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุล

3. ความเป็นกรด-ด่าง

เห็ดชอบความเป็นกลางคือ ที่ pH ประมาณ 7 หรือเป็นกรดเล็กน้อย เห็ดราจะทนความเป็นกรดได้ดีกว่าแบคทีเรีย ในอาหารที่เป็นกรดเห็ดจะเจริญเฉพาะเส้นใยเท่านั้น แต่มีการสร้างดอกเห็ดได้ยาก การเกิดดอกเห็ดจะเกิดได้ดีใน pH ที่เป็นกลาง เนื่องจากการสลายตัวของอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อเห็ดจะเกิดขึ้นมากหากระดับ pH ของอาหารเป็นกลางนั่นเอง

4. อากาศ

เห็ดเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการ O_2 ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาเกิดดอกเห็ด ในความเป็นจริงเห็ดต้องการ O_2 มากตั้งแต่ระยะเป็นเส้นใย แต่ระยะเส้นใยจะทนต่อการขาด O_2 ได้ดีกว่าระยะเป็นดอกเห็ด ในโรงเพาะเห็ดมักจะพบปัญหาเรื่องอากาศเสมอ จากขบวนการหมักของวัสดุเพาะในกองหรือจากการหายใจของเส้นใยและดอกเห็ดเองจะได้ CO_2 หากมี CO_2 สะสมอยู่เล็กน้อย จะเป็นการกระตุ้นเส้นใยในการสร้างตุ่มเห็ดหรือ CO_2 ได้ ปกติ CO_2 จะมีในบรรยากาศร้อยละ 0.03 แต่หากมีเพิ่มเป็นร้อยละ 0.1- 0.2 จะกระตุ้นการเจริญของเส้นใย แต่ถ้าเพิ่มสูงมากเป็นร้อยละ 1 จะเป็นผลเสียในการเกิดดอก คือ มีดอกเห็ดน้อยลงหรือไม่เกิดดอกเห็ด มีผลต่อดอกเห็ด คือ ดอกเห็ดฟางบานเร็วกว่าปกติ ในเห็ดนางรมอาจทำให้ก้านยืดยาวและดอกเห็ดหุบหรือไม่ยอมบานออก ในโรงเพาะ

เห็ดขนาดใหญ่อาจมีปัญหาเกี่ยวกับอากาศ จำเป็นต้องจัดระบบการหมุนเวียนอากาศ (ventilation) ให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจใช้พัดลมช่วยถ่ายเทอากาศ

5.อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่เห็ดแต่ละชนิดชอบสำหรับการเจริญเติบโตของเส้นใย หรือการเกิดดอกเห็ดก็ตาม ขึ้นอยู่กับธรรมชาติดั้งเดิมของเห็ดชนิดนั้น ๆ เช่น เห็ดหอม เห็ดแชมปิญอง ชอบอุณหภูมิต่ำหรือหนาวเย็น แต่เห็ดฟางและเห็ดลมชอบอุณหภูมิสูงกว่านั้น โดยในเห็ดฟางนั้น อุณหภูมิระหว่าง 24-38 องศาเซลเซียส การงอกของสปอร์ การเจริญของเส้นใยและดอกจะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 42 องศาเซลเซียส จะเป็นอันตรายหรือระงับการเจริญของเส้นใย อย่างไรก็ตามพบว่า เห็ดแทบทุกชนิดหรือโดยทั่วไป อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญด้านเส้นใยจะสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดดอกเห็ดหรือเกิดตุ่มเห็ด อยู่ประมาณ 3-5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ ดอกเห็ดที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิสูงจะบานเร็วและโรยเร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ

6.ความชื้น

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

6.1 ความชื้นในวัสดุเพาะ สามารถควบคุมได้โดยการให้น้ำ

6.2 ความชื้นในอากาศ เพิ่มได้โดยการพ่นละอองในอากาศ หากความชื้นมากเกินไปจะเกิดเส้นใยบริเวณโคนต้นดอกเห็ด ดอกเห็ดที่เจริญอยู่นั้นจะมีลักษณะคุณภาพต่ำ คือ ฉ่ำน้ำและการเกิดดอกเห็ดลดลงมาก หากความชื้นในอากาศมีน้อย จะเกิดการระเหยน้ำออกไปจากดอกเห็ด ดอกเห็ดทั่วไปจะบอบบางและมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 90 จึงทำให้ดอกเห็ดแห้งและชะงักการเจริญ ความชื้นสัมพัทธ์ทั่วไปควรอยู่ระหว่างร้อยละ 80-90 จึงจะไม่เกิดความเสียหาย น้ำที่ให้ความชื้นควรเป็นน้ำสะอาดปราศจากการปะปนของสารเคมีหรือสิ่งสกปรกอื่น ๆ น้ำประปาที่มีส่วนผสมของคลอรีนควรใส่ภาชนะเปิดฝาให้คลอรีนระเหยไปก่อนประมาณ 2-3 วันจึงนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

7. แสง

เห็ดหลายชนิดไม่จำเป็นต้องได้รับแสงสำหรับการเจริญเติบโตทั้งด้านเส้นใยและดอกเห็ด เห็ดฟางสามารถเพาะให้เกิดดอกเห็ดได้โดยไม่ได้รับแสงสว่างแม้แต่น้อย ในกรณีนี้ดอกเห็ดจะขาวกว่าธรรมดา แต่หากได้รับแสงมากสีดอกจะคล้ำหรือดำ เห็ดหลายชนิดแม้ไม่ต้องการแสงในการเจริญ แต่เมื่อให้ถูกแสงจะเจริญเอนเข้าหาแสง เช่น เห็ดนางรม อย่างไรก็ตามแสงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาเป็นดอกเห็ดที่สมบูรณ์ในเห็ดบางชนิด เช่น เห็ดหอม หากขาดแสงจะทำให้สร้างครีบใต้หมวกไม่ได้

เห็ดหลายชนิดรวมทั้งเห็ดนางรม เมื่อได้รับแสงจะปล่อยสปอร์จากดอกได้ดีหรือแสงไปกระตุ้นการปล่อยสปอร์ของเห็ด

8. แรงดึงดูดของโลก

เห็ดที่มีดอกเป็นรูปทรงร่มมักเจริญเติบโตแนวต้านแรงดึงดูดของโลก ไม่ว่าจะจับวางในตำแหน่งใด หากเห็ดยังเจริญต่อไปจะมีการเจริญในแนวต้านกับแรงดึงดูดของโลกเสมอ ส่วนเห็ดหิ้งจะเจริญออกในแนวขนานกับพื้นโลกเสมอ (บรรณ บูรณะชนบท, 2547 : 1-7; ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์, 2538 : 1-20; Laessoe T., 1998 : 1-10; Hall, I. R., Wang, Yun., & Antonella, A., 2003 : 467-475)

เห็ดแครง

มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Schizophyllum commune* ลักษณะทั่วไปของเห็ดแครง ดอกรูปพัด มีขนสีขาวหรือขาวปนเทาปกคลุม ปลายงุ้มลงเป็นลอนแตกแขนงเป็นแฉกเล็กๆ คล้ายนิ้วเท้าตุ๊กแก แยกเป็นแฉกตามยาวและม้วนงอลงขนาด 1-3 เซนติเมตร สูง 1-4 เซนติเมตร ครีบเรียงเป็นรัศมีออกไปจากฐานดอกสีครีม ก้านอยู่ด้านข้างหรือเกือบไม่มีก้าน ลายพิมพ์สปอร์มีสีขาว สปอร์มีสีใส รูปร่างเป็นทรงกระบอกขนาด 3-4x1-1.5 ไมครอน เนื่องจากเห็ดแครงมีขึ้นอยู่ทั่วโลก ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ลักษณะดอกเห็ดอาจแตกต่างกันในแต่ละท้องที่ เป็นเห็ดที่ขึ้นอยู่ทั่วโลกและงอกได้ตลอดปี พบขึ้นอยู่กับวัสดุหลายชนิด เช่น ท่อนไม้ กิ่งไม้ ใบไม้ ใบหญ้ากระดาษ หรือแม้แต่บนกระดูกปลาวาฬก็พบเห็ดชนิดนี้ขึ้นอยู่ ในประเทศไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น โดยภาคเหนือเรียก เห็ดแก้น เห็ดตามอด ภาคใต้เรียก เห็ดยาง เพราะพบบนไม้ยางพาราและยังพบตามกิ่งไม้จำพวกสะตอ ภาคกลางเรียก เห็ดมะม่วง เนื่องจากขึ้นบนไม้มะม่วง และตามต้นกระถินณรงค์ นอกจากนี้ยังพบขึ้นบนไม้อื่น ๆ เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้สน เป็นต้น ทั้งนี้จะเห็นเห็ดขึ้นมากมายในฤดูฝน เป็นที่นิยมรับประทานกันในเขตภาคใต้ ภาคเหนือและภาคอีสานตอนบน และมีการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom) :	Fungi
ไฟลัม (Phylum) :	Basidiomycota
ชั้น (Class) :	Basidiomycetes
อันดับ (Order) :	Agaricales
วงศ์ (Family) :	Schizophyllaceae
สกุล (Genus) :	*Schizophyllum*
สปีชีส์ (Species) :	*S. commune*

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.8 ลักษณะดอกและลักษณะสปอร์ของเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*)

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและคุณสมบัติทางยาของเห็ดแครง

สารที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพในเห็ดส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาร 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโพลีแซคคาไรด์หรือกลัยแคนหรือเส้นใยอาหาร (dietary fiber) และกลุ่มไอโซพรีนอยด์ สารโพลีแซคคาไรด์ในเห็ดแครง มีชื่อว่า ชิโซฟิลแลน (schizophyllan) ซึ่งได้รับการพัฒนาเป็นยาต้านมะเร็ง โครงสร้างเคมีของชิโซฟิลแลน ประกอบด้วยหน่วยย่อยซึ่งเป็นน้ำตาลกลูโคส 2-8 หน่วย เชื่อมต่อกันแบบ β(1-->3) และมีแขนงแยกที่กลูโคสตัวที่ 5 ซึ่งเชื่อมต่อกันแบบ β(1-->6) หรือ β(1-->3) หน่วยย่อยนี้จะซ้ำกันนับพันครั้ง ทำให้ชิโซฟิลแลนเป็นกลูแคนหรือเบต้ากลูแคนที่มีโมเลกุลใหญ่ (macromolecule) มีน้ำหนักโมเลกุล 450,000 ดาลตันชิโซฟิลแลนเป็นยาร่วมในการรักษาโรคมะเร็ง (adjuvant therapy) งานวิจัยเห็ดแครงในประเทศไทย พบว่า สารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอลของเห็ดแครง มีฤทธิ์ต้านอักเสบ โดยยับยั้งที่เมแทบอลิซึมของโปรสตาแกลนดิน (prostaglandin E2) สารสกัดน้ำและสารสกัดเอทานอล มีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน โดยยับยั้งการหลั่งไซโตไคน์ (cytokine) ชนิด TNF-alpha และ IL-6 ตามลำดับ นอกจากคุณสมบัติต้านมะเร็งของเบต้ากลูแคนที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นเซลล์ในระบบภูมิคุ้มกัน เบต้ากลูแคนยังปรับสภาพอื่นๆ ของร่างกาย เช่น ระดับคอเลสเตอรอล ระดับน้ำตาล ความต้านทานต่อโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจส่วนบน เบต้ากลูแคนสามารถเป็นตัวพายานาโน ก่อเจลและกระตุ้นการสะสมคอลลาเจนซึ่งช่วยสมานแผล และยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ คุณสมบัติที่

เป็นประโยชน์ดังกล่าว ทำให้เบต้ากลูแคนมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นอาหารเสริม ยาจากธรรมชาติ และเครื่องสำอาง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาความหลากหลายของเห็ดราในประเทศไทย พบว่ามีรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ เอกพันธ์ บางยี่ขัน (2553 : 194-204) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของเห็ด ในอุทยานแห่งชาติพุเตย และฤทธิ์ของสารสกัดจากเส้นใยเห็ดในการต้านจุลินทรีย์ก่อโรค จากการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างเห็ดในบริเวณน้ำตกพุกระทิง อุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2551 – กุมภาพันธ์ 2552 สามารถเก็บรวบรวมเห็ดได้ทั้งสิ้น 53 ตัวอย่าง สามารถระบุชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 10 วงศ์ 18 สกุล 17 ชนิด และไม่สามารระบุชื่อในระดับชนิดได้ 31 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจากลักษณะทางนิเวศวิทยา พบว่าเห็ดในสกุล *Amanita* และ *Russula* มักจะพบได้ในบริเวณป่าเต็งรัง ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานว่าเห็ดในสองสกุลนี้เป็น ectomycorrhyza ที่พบได้ในไม้พลัดใบและไม้สน (อนงค์ จันทร์ศรีกุล, พูนพิไล สุวรรณฤทธิ์ และอุทัยวรรณ แสงวณิช., 2551 : 1-20) เห็ด 2 ชนิด ในสกุล clitocybe มีชื่อพื้นเมืองว่า เห็ดไผ่ จะพบได้บนตอไผ่ที่ตายแล้ว จากตัวอย่างเห็ดที่เก็บมาได้จำแนกเป็นเห็ดที่สามารถรับประทานได้ 11 ชนิด คือ *Amanita hemibapha, A. princes, A. vaginata, Clitocybe sp.* (KS0814), *Clitocybe sp.* (KS0818), *Hygrocybe miniata, Russula alboareolata, R. cyanoxantha, R .flavida, Termitomyces clypeatus* และ *Tricholoma crassum* และเห็ดพิษ 3 ชนิด คือ *A. virosa, A. solitaria* และ *Gymnopilus penetrans*.

วีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์ และคนอื่น ๆ (2556 : 513-520) ได้ศึกษาความหลากชนิดของเห็ดราขนาดใหญ่ในเขตอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เขื่อนสิริธร จังหวัดอุบลราชธานี โดยเก็บตัวอย่างเห็ดทั้งหมด 38 ตัวอย่าง สามารถจัดจำแนก ได้ดังนี้ ราในกลุ่ม Ascomycota 1 ชนิด (Kernel fungi : 1 ชนิด) กลุ่ม Basidiomycota 37 ชนิด (bird's nest and cup fungi : 1 ชนิด, earth star and puff balls : 2 ชนิด, Jelly fungi : 2 ชนิด, coral fungi : 4 ชนิด, shelf fungi : 16 ชนิด, mushrooms without veil : 10 ชนิด, Stink horn : 1 ชนิด และ Boletoid : 1 ชนิด) และเห็ดราในกลุ่ม Basidiomycota เป็นราขนาดใหญ่ที่พบมากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมีทั้งกินได้และกินไม่ได้ เห็ดที่กินได้และมีศักยภาพในการนำมาเพาะเลี้ยงได้ ได้แก่ เห็ดหูหนู (*Auricularia polytricha*) เห็ดหูหนูขาว (*Tremella fuciformis*) เห็ดเยื่อไผ่ (*Dictyophora indusiata*) และเห็ดหลินจือ (*Ganoderma lucidum*)

เรือนแก้ว ประพฤติ และวศิน เจริญตัณธนกุล (2557 : 45-53) ได้ทำการระบุชนิดของเห็ดพิษจำนวน 7 ตัวอย่าง ได้แก่ เห็ดไข่ตายฮาก เห็ดไข่หงส์ เห็ดเบื่อที่ลักษณะคล้ายเห็ดหล่ม เห็ดแดงน้ำหมาก เห็ดกระโดงตีนต่ำ เห็ดหัวกรวดครีบเขียว และเห็ดเบื่อลักษณะคล้ายเห็ดหอม นำมาสกัดดีเอ็น

เอแล้วเพิ่มปริมาณด้วย primer ITS5/ITS4 แล้ววิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของ ribosomal DNA บริเวณ ITS โดยเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูลของ NCBI ด้วยโปรแกรม BLAST พบว่า ตัวอย่างเห็ดทั้ง 7 ตัวอย่างนั้นมีลำดับนิวคลีโอไทด์เหมือน *Amanita pseudoporphyria* (93%), *Scleroderma sinnamariense* (89%), *Russula* sp. (91%), *R. emetica* (95%), *Chlorophyllum nothorachodes* (92%), *C. molybdites* (99%) และ *Agaricus subsaharianus* (96%) ตามลำดับ

ชฎากัลป์ ชื่นชอบ, ศรีนวล ตันสุวรรณ และชมัยพร เจริญพร (2560 : 25-34) ได้ศึกษาความหลากหลายของเห็ดป่าและราขนาดใหญ่ อำเภอสีดา จังหวัดนครราชสีมา พบเห็ดทั้งสิ้น 44 ชนิด โดยจำแนกอยู่ใน 6 ลำดับ 13 วงศ์ 21 สกุล เป็นเห็ดที่รับประทานได้ 27 ชนิด รับประทานไม่ได้ 17 ชนิด พบวงศ์ Russulaceae มากที่สุด มีจำนวน 12 ชนิด ได้แก่ เห็ดแดงน้ำหมาก (*Rusuula emetic* (Schaeff.&Fr.) S.F.Gray.) เห็ดน้ำแป้งหน้าอ่อน (*R. alboareolata* Hongo.) เห็ดน้ำแป้งหน้าแข็ง *(R. japonica* Fr.) เห็ดหล่มขาว (*R. delica* Fr.) เห็ดหล่มกระเขียว (*R. virescens* Fr.) เห็ดถ่านเล็ก (*R. densifolia* (Secr.) Gill.) เห็ดถ่านใหญ่ (*R. nigricans* (Bull.) Fr.) เห็ดหน้าม่วง (*R. cyanoxantha*) เห็ดพุงหมู (*R. fragrantissima* Romagn.) เห็ดหล่มสีม่วงน้ำแป้ง (*R. Vinosa* Lindbl.) เห็ดฟานสีแดงคล้ำ (*Lactarius corrugis* Fr.) เห็ดฟานน้ำตาลแดง (*Lactarius volemus* Fr.) รองลงมาเป็นวงศ์ Boletaceae 7 ชนิด วงศ์ Agaricaceae 5 ชนิด วงศ์ Polyporaceae 4 ชนิด วงศ์ Amanitaceae 4 ชนิด วงศ์ Coprinaceae 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Tricholomataceae, Cantharellaceae, Pluteaceae, Connaraceae, Clavariaceae, Coprinaceae, Sclerodermataceae และ Fomitopsidaceae พบวงศ์ละ1 ชนิด และไม่ทราบชื่อ 2 ชนิด

ธีระวุฒิ มูลอาษา และคนอื่น ๆ (2560: 197-212) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ดราในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา พบเห็ดรา จำนวน 270 ชนิด สามารถจำแนกได้ 255 ชนิด ซึ่งจัดอยู่ใน 83 สกุล 35 วงศ์ 2 ไฟลัม วงศ์ที่พบมากที่สุดคือ วงศ์ Agaricaceae พบ 53 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Polyporaceae พบ 47 ชนิด ตามด้วย วงศ์ Tricholomataceae พบ 23 ชนิด วงศ์ Xylariaceae พบ 16 ชนิด วงศ์ Marasmiaceae พบ 14 ชนิด วงศ์ Russulaceae และ Coprinaceae พบวงศ์ละ 11 ชนิด วงศ์ Ganodermataceae พบ 10 ชนิด วงศ์ Boletaceae พบ 8 ชนิด วงศ์ Hymenochaetaceae พบ 6 ชนิด วงศ์ Clavariaceae พบ 5 ชนิด วงศ์ Lycoperdaceae, Auriculariales, Cortinariaceae และ Pluteaceae พบวงศ์ละ 4 ชนิด วงศ์ Bolbitiaceae, Sclerodermataceae และ Meruliaceae พบวงศ์ละ 3 ชนิด วงศ์ Sarcosomataceae, Inocybaceae, Nidulariaceae, Cantharellaceae, Geastraceae และ Pleurotaceae พบวงศ์ละ 2 ชนิด วงศ์ที่พบน้อยที่สุด ได้แก่ วงศ์ Geoglossaceae, Hysteriaceae, Entolo-mataceae, Hydnangiaceae, Schizophyllaceae,

Hymenogasteraceae, Paxillaceae, Dacry-mycetaceae, Phallaceae, Albatrellaceae และ Tremellaceae พบวงศ์ละ 1 ชนิด โดยพบทั้งในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ช่วงที่ฝนตกชุกในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน

จาตุรงค์ จงจีน และศศิธร ธงชัย (2561 : 389-392) ได้ทำการศึกษาความหลากชนิดของเห็ดในพื้นที่ป่าชุมชน อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี พบตัวอย่างเห็ดทั้งหมด 23 ตัวอย่าง จัดจำแนกได้ 14 วงศ์ ซึ่งวงศ์ Polyporaceae พบมากที่สุด 4 ชนิด รองลงมาคือ วงศ์ Russulaceae พบจำนวน 3 ชนิด โดยวงศ์ Ganodermataceae, Geastraceae, Hymenochaetaceae และ Marasmiaceae พบอย่างละ 2 ชนิด ส่วนวงศ์ Agaricaceae, Clavariaceae, Fomitopsidaceae, Hapalopilaceae, Hydnaceae, Meripilaceae, Pterulaceae และ Stereaceae พบอย่างละ 1 ชนิด ตามลำดับ เมื่อแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของเห็ด สามารถแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ เห็ดรับประทานได้ เห็ดไม่นำมารับประทาน เห็ดมีพิษ และเห็ดที่มีฤทธิ์ทางยา โดยเห็ดรับประทานได้พบมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคม จำนวน 18 ชนิด

Appiah, T. et al. (2017 : 1-5) ได้ทำการศึกษาการระบุชนิดของเห็ดในประเทศกาน่า โดยทำการเพิ่มชิ้นส่วน DNA บริเวณ ITS ด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ primer ITS1 และ ITS4 จากตัวอย่างเห็ดจำนวน 6 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าเป็น *Volvariella volvacea, Trametes elegans, Trametes gibbosa, Ganoderma lucidum, Pleurotus ostreatus* และ *Schizophyllum commune* ด้วยร้อยละความคล้ายคลึง 100, 97, 99, 98, 98 และ 100 ตามลำดับ

Adeniyi, M. et al. (2018 : 1-9) ทำการระบุชนิดของเห็ดป่าจากประเทศไนจีเรียโดยการใช้วิธีการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และวิธีทางอณูชีววิทยา ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเพิ่มชิ้นส่วน ribosomal DNA บริเวณ ITS (internal transcribed spacer) โดยใช้ primer ITS1 และ ITS4 ด้วยเทคนิค PCR (polymerase chain reaction) โดยทำการศึกษาในเห็ด 19 ตัวอย่าง ที่เก็บได้จาก Environmetal Pollution Science and Technology Farm (ENPOST) เมือง llesa ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไนจีเรีย จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเห็ดทั้ง 19 ชนิด ระบุได้ว่าเห็ดเหล่านี้จัดอยู่ใน 4 สกุล คือ *Tricholoma*, *Termitomyces*, *Schizophyllum* และ *Pleurotus* PCR product มีขนาด 850 base pairs จากนั้นนำ PCR product ไปทำการหาลำดับเบสด้วยวิธี sequencing แล้วทำการระบุชนิดเห็ดโดยการใช้ BLASTn ในฐานข้อมูล NCBI โดยระบุชนิดเบื้องต้นด้วยวิธีทางสัณฐานวิทยา พบว่าเป็น *Tricholoma matsutake* จำนวน 8 ตัวอย่าง (F1, F5, F6, F10, F11, F16, F18, F19), *Tricholoma robustum* จำนวน 2 ตัวอย่าง (F9, F17) , *Termitomyces aurantiacus* จำนวน 3 ตัวอย่าง (F2, F3, F4) , *Pleurotus ostreatus* จำนวน 4 ตัวอย่าง (F12, F13, F14, F15) , *Schizophyllum commune* จำนวน 1 ตัวอย่าง (F7) ,

Pleurotus pulmonarius จำนวน 1 ตัวอย่าง (F8) และจากการระบุชนิดด้วยวิธีทางอณูชีววิทยา พบว่า ได้ผลเช่นเดียวกันกับการระบุชนิดด้วยวิธีทางสัณฐานวิทยา

Hasan, H.A. et al. (2018 : 1-11) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของเห็ดในสกุล *Pleurotus* spp. โดยการนำตัวอย่างเห็ดมาทำการระบุชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา แล้วพบว่าจัดอยู่ในสกุล *Pleurotus* จำนวน 19 ตัวอย่าง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ในส่วน ribosomal DNA บริเวณ internal transcribed spacer (ITS1–5.8S rDNA–ITS4 region) และ 28S nuclear large subunit (nLSU) พบว่า เห็ดทุกตัวอย่างมีลำดับเบสคล้ายคลึงกับ *P. eryngii* ที่ 98% และเมื่อวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยบริเวณ inter simple sequence repeat (ISSR) พบว่าเห็ด *Pleurotus* เหล่านี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 clades

Naruemon Mongkontanawat (2014 : 139-144) ได้ทำการศึกษาพบว่า เห็ดแครงซึ่งเป็นเห็ดพื้นบ้านที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารเบต้ากลูแคน schizophyllan ที่มีคุณสมบัติทางยาในการต้านเนื้องอก ต้านมะเร็ง ต้านจุลินทรีย์ก่อโรค ต้านไวรัส และต้านอนุมูลอิสระ ถึงแม้ว่าเห็ดแครงซึ่งเป็นเห็ดท้องถิ่นที่มีประโยชน์มากมาย แต่คนส่วนใหญ่ยังไม่ทราบประโยชน์จากเห็ดดังกล่าวมากนัก ดังนั้นในบทความนี้จึงกล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์คุณสมบัติของสารสกัดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและการนำเห็ดแครงมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน

วีณา จิรัจฉริยากูล (2559) ได้ทำการศึกษาพบว่า เห็ดแครงยังมีสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ยับยั้งการอักเสบและมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกัน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาร 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโพลีแซคคาไรด์หรือกลัยแคนหรือเส้นใยอาหาร (dietary fiber) และกลุ่มไอโซพรีนอยด์ สารโพลีแซคคาไรด์ในเห็ดแครง มีชื่อว่า ชิโซฟิลแลน (schizophyllan) ซึ่งได้รับการพัฒนาเป็นยาต้านมะเร็ง ดังนั้นในบทความนี้จึงกล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์คุณสมบัติของสารสกัดที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ

รัฐพล ศรประเสริฐ และสยาม อรุณศรีมรกต (2557 : 838-845) ได้ศึกษาพบว่า สูตรการทำก้อนเห็ดแครง 3 สูตรโดยใช้ขี้เลื้อย 100% (สูตร 1) ใช้ใบหญ้าแฝกลุ่ม 100% (สูตร 2) ใช้ขี้เลื่อย 20% ใบหญ้าแฝกลุ่ม 80% (สูตร 7) เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารจากดอกเห็ดจากการ เลี้ยงบนวัสดุเพาะสูตรที่ 1 ในถุงพลาสติก พบว่ามีปริมาณโปรตีนมากกว่าดอกเห็ดที่เลี้ยงบนสูตรที่ 7 และ 2 ส่วนปริมาณกรดอะมิโนจำเป็น และกรดอะมิโนไม่จำเป็นจากดอกเห็ดเมื่อเลี้ยงบนสูตรที่ 7 มีปริมาณกรดอะมิโนบางชนิดมากกว่าเมื่อเลี้ยงบนสูตรที่ 1 และ 2 จากการศึกษาพบว่าสารเลคตินที่พบในเห็ดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์เนื้องอก HIV-1 และรา