บทที่ 2
บททบทวนเอกสาร

ประวัติการเพาะเห็ด

เห็ดในสกุลพลูโรตัส (*Pleurotus*) เป็นเห็ดที่มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยสารประกอบโมเลกุลซับซ้อน เช่น เซลลูโลส และลิกนินได้ บางครั้งพบเป็นปรสิตอย่างอ่อน คือเจริญอยู่บนต้นไม้เป็น ๆ ได้ ครั้นต้นไม้ตายเห็ดชนิดนี้ยังคงอาศัยต่อไปได้อีก การเพาะเห็ดชนิดนี้เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 1900 โดยเริ่มแรกทำการเพาะบนตอไม้หรือท่อนไม้ ต่อมาจึงมีการคิดค้นวิธีการเพาะแบบใหม่ โดยเปลี่ยนมาเพาะในขี้เลื่อย หรือปุยหมักซึ่งบรรจุในภาชนะพวกกะบะไม้ ถาด ถุงพลาสติกทนร้อน หรืออัดขี้เลื่อยเป็นก้อน เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยก็เริ่มมีการศึกษาและเริ่มเพาะเห็ดชนิดนี้เมื่อประมาณปี 2500 โดยนำสายพันธุ์เข้ามาจากรัฐฟลอริด้า ประเทศสหรัฐอเมริกา เห็ดสกุลพลูโรตัสที่นำเข้ามาเพาะในไทยครั้งแรก คือ *Pleurotus ostreatus* และได้ตั้งชื่อว่าเห็ดนางรม ต่อมาได้นำชนิดอื่น ๆ เข้ามาเพาะอีกและมีการตั้งชื่อว่าเห็ดเป๋าฮื้อ (*Pleurotus cystidiosus*) เห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-caju*) และเห็ดนางนวล (*Pleurotus flabellatus*) เป็นต้น ปัจจุบันพบว่าเห็ดในสกุลนี้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยเป็นอย่างดี สามารถเพาะเป็นการค้าได้

ปริมาณการเพาะเห็ดสกุลพลูโรตัส ในปัจจุบันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากเพาะปลูกง่าย ใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้หลายชนิด ปริมาณการเพาะปลูกในปี 1991 ทั่วโลกประมาณ 917,000 ตัน เพิ่มขึ้นจากปี 1986 ประมาณ 4.5 เท่า ซึ่งเป็นปริมาณ 21.5 %ของผลผลิตเห็ดทั้งหมด (วสันณ์ ,2536)

อนุกรมวิธานของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมได้รับการจัดจำแนกชั้นและตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ดังนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	*Pleurotus ostreatus (fr.) Kummer*
ชื่อสามัญ	เห็ดนางรม Oyster mushroom
Class	Basidiomycetes
Subclass	Homobasidiomycetidae
Order	Agaricales
Family	Tricholomataceae

Family	Tricholomataceae
Genus	*Pleurotus*
Species	*P. ostreatus*

(Smith,1978)

ลักษณะพื้นฐานวิทยาและวงจรชีวิตของเห็ดนางรม

ลักษณะดอกเห็ดนางรมประกอบด้วยส่วนที่เป็นหมวกดอกเห็ด (Pileus) ช่วงแรกที่เริ่มเกิดดอกมีลักษณะแบนราบหรือค่อนข้างโค้ง รูปร่างครึ่งวงกลมคล้ายหอยแมลงภู่ ผิวเรียบ นิ่ม สีเทาอ่อนหรือสีส้มน้ำตาลถึงน้ำตาล เมื่อเห็ดเจริญเติบโตเต็มที่หมวกบานจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 4-16 เซนติเมตร ลักษณะแบนราบและค่อนข้างโค้ง รูปร่างคล้ายหอยนางรม ผิวเรียบมีสีเทาหรือสีขาว

ครีบเห็ด (Lamellae) หมายถึงส่วนที่อยู่ใต้หมวกดอก มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ ครีบดอกมีสีขาวหรือสีครีมเจริญลำแนวต่ำลงมาบนก้านสีขาวหรือสีครีม (decurrent)

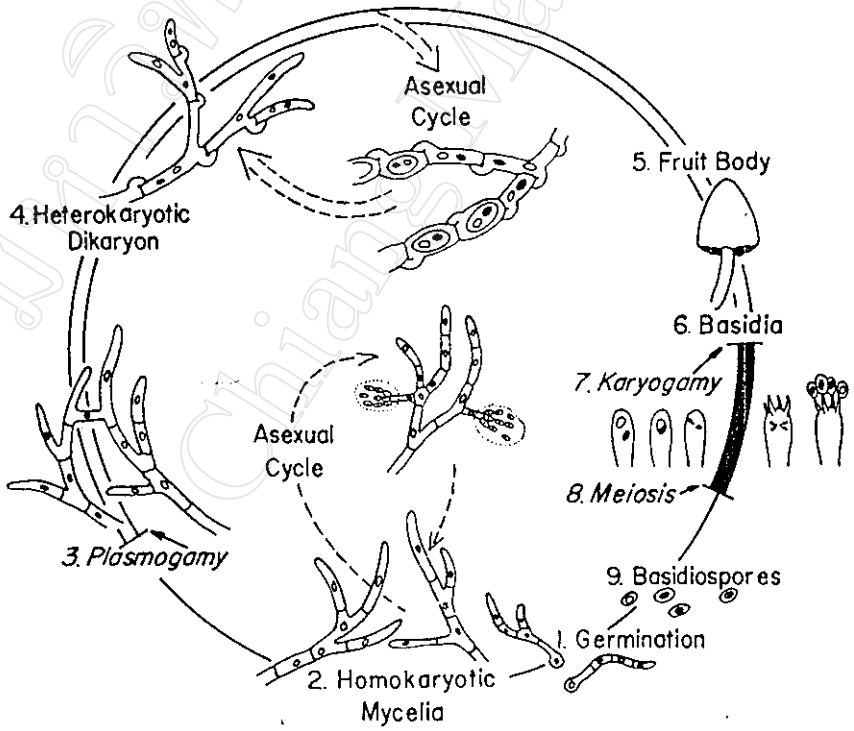
ก้านดอกเห็ด (Stipe) มีขนาด 0.5-4 ซม. ยึดกับหมวกดอกเห็ดทางด้านข้าง (lateral) หรืออาจไม่มีก้าน บางครั้งอาจพบก้านดอกยึดกับหมวกดอกตรงบริเวณระหว่างขอบดอกกับกลางดอก (eccentric) ก้านดอกมีลักษณะทรงกระบอก ตั้งตรง สีขาวหรือสีครีม

เบสิดิโอสปอร์ (Basidiospores) รูปร่างทรงกระบอกยาว มีผนังบาง รอยพิมพ์สปอร์มีสีขาวหรือสีเทาน้ำเงิน

อัตราการเจริญของเส้นใยเมื่อเลี้ยงบนอาหารพีดีเอ ประมาณ 4.6 มิลลิเมตรต่อวัน และ2.2 มิลลิเมตรต่อวันบนอาหาร complete media อัตราการย่อยสลายเซลลูโลสต่ำ กลุ่มเส้นใยมีเม็ดสี (pigment) สีเหลืองหรือส้ม เส้นใยนี้เป็นเส้นใยเพื่อการสืบพันธุ์เท่านั้น (monomitic hyphae) (Georgios,1996)

เห็ดนางรมจัดเป็นเห็ดที่มีวงจรชีวิตแบบ heterothallic มีขั้นตอนการเจริญเติบโตเก้าขั้นตอน ดังรูปที่ 1 ดังนี้ (1) การงอกของเบสิดิโอสปอร์ (Basidiospore) เมื่อสปอร์ตกในบริเวณที่เหมาะสมแล้วเจริญเป็นเส้นใย (2) เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (เส้นใยขั้นต้น) (Homokaryotic mycelium) จะมีนิวเคลียสเพียงอันเดียว (Haploid) เส้นใยนี้สามารถขยายพันธุ์อย่างอิสระตลอดไป เส้นใยอาจจะผ่านวงจรการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศหรือไม่ก็ได้ ถ้าผ่านก็จะมีการสร้างคลามิโดสปอร์ (Chlamydospore) หรือสร้างออยเดีย (Oidia) (3) เส้นใยนิวเคลียสเดี่ยวที่

เส้นใยนิวเคลียสคู่ (4) เส้นใยที่มีนิวเคลียสต่างกัน (เส้นใยชั้นที่สอง) (Heterokaryotic mycelium) จะหมายถึงเส้นใยที่มีนิวเคลียสคู่ใน 1 เซล แต่ละเซลจะมีข้อยึดระหว่างเซลเรียกว่า Clamp connection เส้นใยนิวเคลียสคู่นี้สามารถขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้างแคลไมโดสปอร์ (Chlamydospore) หรือ oidia แคลไมโดสปอร์ที่มีนิวเคลียสเพียง 1 อันก็จะเจริญเป็นเส้นใยนิวเคลียสเดี่ยว (Monokaryon) หากมีสองนิวเคลียส (binucleate) ก็จะเจริญเป็นเส้นใยนิวเคลียสคู่ (dikaryon) (5) เส้นใยจะเจริญโดยมีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนแล้วพัฒนาไปเป็นดอกเห็ด (6) เนื้อเยื่อของดอกพัฒนาไปเป็น basidia มีสองนิวเคลียส รูปร่างclub-shape (7) นิวเคลียสสองอันในเบซิเดียมรวมตัวกัน (Karyogamy) มีการแลกเปลี่ยนลักษณะทางพันธุกรรม นิวเคลียสในระยะนี้เรียกว่าdiploid nucleus (2n) (8) นิวเคลียสที่รวมตัวกันจะมีการแบ่งตัวแบบ meiosis ทันที แล้วรวมตัวกันอีกครั้ง และแยกจากกันลดจำนวนโครโมโซมลงเป็น haploid (n) จำนวน 4 นิวเคลียส เคลื่อนย้ายไปในโครงสร้าง stalk like เรียกว่า sterigma เพื่อพัฒนาไปเป็น basidiospore (9) สปอร์ถูกปล่อย ซึ่งนิวเคลียสมักจะแบ่งตัวแบบ mitotic ก่อนที่สปอร์จะงอก (Carlene, 1978)



ภาพที่ 1 แสดงวงจรชีวิตของเห็ดนางรม (Carlene A. Raper , 1978)

เห็ดนางรมที่นิยมเพาะเลี้ยงเป็นการค้าสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด (Type) ดังนี้

1.เห็ดนางรมชนิดสีขาว (White , summer or florida type)

2.เห็ดนางรมชนิดสีเทา (Gray or winter type)

เห็ดทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิที่ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส เห็ดนางรมชนิดสีขาวจะออกดอก โดยไม่จำเป็นต้องให้อุณหภูมิต่ำชั่วระยะหนึ่งก่อน ในขณะที่ชนิดสีเทาไม่สามารถออกดอกได้ เห็ดนางรมชนิดสีขาวนอกจากจะออกดอกได้ในอุณหภูมิสูงกว่าแล้ว ยังให้ผลผลิตต่อครั้งมากกว่าชนิดสีเทา ในด้านรูปร่างและลักษณะดอก ชนิดสีขาวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหมวกเห็ด (pileus) เล็กและบางกว่า น้ำหนักแห้งของหมวกเห็ดน้อยกว่าชนิดสีเทา แต่จะให้ผลผลิตสูงกว่าเห็ดนางรมชนิดสีเทา (Kalberer and Kunsch, 1974)

กรรมพันธุ์ของเห็ดนางรม

เห็ดนางรมมีการสืบพันธุ์แบบ tetrapolar heterothallic หรือ tetrapolar incompatibility มีปัจจัยควบคุม 2 ปัจจัย คือ A และ B ซึ่งตั้งอยู่ต่างโครโมโซมกัน มีการแยกตัว (segregation) กันอย่างอิสระจึงสามารถสร้างสปอร์ที่มี mating type ต่างกัน 4 ชนิด คือ A1 B1 , A2 B2 , A2 B1 และ A1B2 การสร้างดอกเห็ดต้องเกิดจากเส้นใย 2 เส้นใยที่มีทั้ง A และ B ต่างกัน โดยเส้นใยที่งอกจากสปอร์เดี่ยวแต่ละสปอร์จะรวมตัวกันเป็นเส้นใยชั้นที่สองที่มี clamp connection เส้นใยนี้จะพัฒนาเป็นดอกเห็ดต่อไป ในการผสมพันธุ์เห็ดนางรมอาจพบลักษณะ mating type ของ A ไม่เหมือนกันแต่ B เหมือนกัน หรือ B ต่างกัน แต่ A เหมือนกัน เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า hemicompatibility ซึ่งจะไม่เกิด clamp connection หรือ อาจเกิดแต่ไม่มีการเชื่อมต่อกันได้ทำให้ไม่สามารถพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้ อย่างไรก็ตามในสภาพธรรมชาติพบว่า มี mating type A แตกต่างกันถึง 63 จำนวน และมี B แตกต่างกันถึง 190 จำนวน (Eger,1978)

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของเห็ดนางรม

1.อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีความสำคัญยิ่ง โดยอุณหภูมิที่ต้องการสำหรับเห็ดนั้นแบ่งออกเป็นสองช่วงด้วยกันคือ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญของเส้นใยกับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการสร้างดอกเห็ด อุณหภูมิทั้งสองช่วงนี้มีความแตกต่างกันมาก โดยทั่วไปอัตราการเจริญของเส้นใยเห็ดสกุลพลูโรตัสมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 15 °ซ อัตราการเจริญจะเพิ่มแบบเป็นเส้นตรงอย่างช้า ๆ ในช่วงอุณหภูมิ 15-20 °ซ เส้นใยจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อัตราการ

เจริญจะลดลงเมื่ออยู่ในช่วง 20-30 °ซ เห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้าเส้นใยสามารถเจริญได้ดีถึงอุณหภูมิ 30 °ซ (zadrazil,1974) และเส้นใยมีการเจริญผิดปกติในอุณหภูมิ 37 °ซ โดยเส้นใยมีสีน้ำตาลอ่อน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสร้างดอกเห็ดอยู่ระหว่าง 21-26 °ซ หากอุณหภูมิสูงถึง 31°ซ จะไม่มีดอกเห็ดเกิดขึ้น แต่หากให้เส้นใยเจริญเติบโตในอุณหภูมิ 26 °ซ จนเริ่มเกิดกลุ่มดอกแล้วย้ายไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ 31°ซ เห็ดยังสามารถพัฒนาไปเป็นดอกเห็ดได้ปกติ แต่ไม่พบการสร้างดอกใหม่ให้เห็น (Block,1959) ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิ 31°ซ นั้นเป็นอุณหภูมิที่สูงเกินไป

2.ความชื้น

ความชื้นในที่นี้เราแยกเป็นสองส่วนด้วยกัน คือ ความชื้นในวัสดุเพาะกับความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนเพาะเห็ด

ความชื้นสัมพัทธ์ในโรงเรือนมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดนางรมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในระยะเปิดก้อนเชื้อ เห็ดต้องการความชื้นค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องเก็บก้อนเชื้อในโรงเรือนที่เก็บความชื้นได้ และควรมีการฉีดพ่นละอองน้ำเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน 2-3 ครั้งต่อวัน ระดับความชื้นสัมพัทธ์ ควรอยู่ในระดับ 75-85 % ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการพัฒนาของเส้นใยเป็นดอกเห็ด (sporophore) หากปล่อยให้ความชื้นสูงถึง 95 % ทำให้การพัฒนาของดอกเห็ดผิดปกติ มีลักษณะก้านดอกยาวและหมวกดอกเล็ก เห็ดจะไม่บานหรือถ้าบานก็ไม่บานเป็นปกติ (open normally) บางกรณีมีอาการรุนแรงคือมีดอกเกิดจำนวนมากแต่จะผิดปกติตั้งแต่ primodia หรือมีการแตกแขนงของก้านดอกและมีการสร้างก้านดอกใหม่ (Block,1959)

ความชื้นในวัสดุเพาะ (moisture) จำเป็นต้องระวังมิให้วัสดุเพาะมีความชื้นมากเกินไป เพราะจะทำให้เส้นใยชะงักการเจริญเติบโต แต่จุลินทรีย์พวกอื่นเจริญได้ดี เช่น บักเตรี เจริญได้ดีแทนเส้นใยเห็ด และวัสดุเพาะที่เปียกเกินไปทำให้อากาศในวัสดุเพาะมีน้อยหรือจนขาดออกซิเจน เส้นใยเจริญไม่ดีหรือตายได้ แต่ถ้าให้วัสดุเพาะแห้งเกินไปเพราะขาดน้ำ สารที่เป็นอาหารจะไม่ละลายหรือหากมีการสูญเสียน้ำออกไปจากเส้นใย ทำให้เส้นใยเจริญไม่ได้ (วิฑูรย์, 2527)

วัสดุต่าง ๆ ที่นำมาหมักมีอินทรีย์วัตถุแตกต่างกัน ทำให้มีผลต่อความสามารถอุ้มน้ำต่างกัน (Gerrits,1959) การใช้ฝ้ายมาเพาะเห็ดนางรม ควรแช่ฝ้าย (cotton) ให้ดูดน้ำประมาณ 3 เท่าของน้ำหนักแห้งจะเหมาะสมต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดและให้ผลผลิตสูงสุด (Tan,1981) ในการทดลองของ Peter (1974) พบว่าการเพาะเห็ดนางรมด้วยหญ้าปน (grass meal) 7% ผสมกับฟาง 93% แล้วหมักด้วยกัน เพื่อศึกษาระดับความชื้นต่าง ๆ คือ 78.5% , 77% และ 72.4% ของน้ำหนักสดของวัสดุเพาะ พบว่าปริมาณความชื้นต่าง ๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.แสงสว่าง

เห็ดบางชนิดไม่จำเป็นต้องได้รับแสงเลยสำหรับการเจริญเติบโตทั้งด้านเส้นใยและดอกเห็ด ในทางตรงกันข้ามพบว่า เชื้อราหลายชนิดต้องการแสงในการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงเส้นใย โดยเฉพาะแสงสีน้ำเงินหรือใกล้แสงอุลตร้าไวโอเล็ต ตัวอย่างเช่น การเกิด conidiophore ในพวก Fungi Imperfecti หลายชนิด (Trione, 1969) การเกิด conidium ของ *Trichoderma viride* (Bjorhsson, 1959) การชักนำให้เกิด primodia ใน Basidiomycetes (Alasoadura,1963 and Lu,1965) กระตุ้นการเกิดดอกใน *Coprinus lagopus* (Madelin,1956) และการพัฒนาหมวกดอกของ *Collybia veltipes* (Aschan,1960) ส่วนในเห็ดนางรมนั้น Eger (1970) รายงานว่าแสงชักนำให้เกิดการพัฒนาของ primodia โดยเห็ดนางรมต้องการแสงอย่างน้อย 15 นาทีต่อวัน โดยจำนวน primodia จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มช่วงระยะเวลาให้แสงหรือความเข้มแสง ปริมาณแสงที่จำเป็นในการพัฒนา basidiocarp ของเห็ดนางรมนั้น Gyurko (1972) ได้กำหนดค่าที่ 10000 lux-hr แต่จากการทดลองของ Kalberer and Vogel (1974) พบว่าความเข้มแสงไม่มีผลต่อผลผลิตของเห็ดนางรม แต่มีผลต่ออัตราส่วนหมวกต่อก้าน โดยพบว่าเมื่อลดความเข้มแสงจะทำให้ก้านยาวและหนัก ในการทดลองของ Khan และQadir (1989) พบว่าแสงยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรม โดยเมื่อเลี้ยงเส้นใยในอาหารเหลวในสภาพมืดให้น้ำหนักสูงกว่าเลี้ยงในสภาพให้แสง สอดคล้องกับงานทดลองของ Cho et al (1981) ที่กล่าวว่าแสงยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางฟ้าในระหว่างเดินเชื้อในวัสดุเพาะ

4.อากาศ

4.1 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งแบคทีเรียและยีสต์ต่างต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ การขาดคาร์บอนไดออกไซด์จะทำให้การเจริญเติบโตลดลง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมขึ้นกับชนิดของเห็ด คาร์บอนไดออกไซด์สูงที่มีผลกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ด อยู่ที่ 28 %โดยปริมาตร โดยจะช่วยกระตุ้นการเจริญของเส้นใยเห็ดนางรม แต่เมื่อเพิ่มถึง 37.5 %โดยปริมาตร จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดนางรมถึง 40 % เมื่อเทียบกับพวกที่เลี้ยงที่ 0.03 % คาร์บอนไดออกไซด์ (Zadrazil,1974)

4.2ออกซิเจน (O_2) เส้นใยเห็ดต้องการก๊าซออกซิเจนในการเจริญเติบโตทั้งในระยะเส้นใยและระยะการพัฒนาไปเป็นดอก ในระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดสามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนน้อย (semianerobic) และจะต้องการออกซิเจนปริมาณมากในระยะการพัฒนาไปเป็นดอก (aerobic) (Zadrazil,1974)

5.ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ในสภาพธรรมชาติเห็ดนางรมชอบเจริญเติบโตตามตอไม้ ซึ่งมีค่า pH ระหว่าง 5.0-6.0 สำหรับอาหารวุ้นที่ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดบริสุทธิ์มีค่า pH ระหว่าง5.0-6.2 เส้นใยเจริญเติบโตได้ดี (Block,1959) ส่วนในเห็ด *Pleurotus florida* ต้องการช่วง pH5.5-6.5 ซึ่งหาก pH ต่ำประมาณ 4.0 จะยับยั้งการเจริญของเส้นใย ในช่วงระยะการเจริญเติบโตของเส้นใยจะทำให้ pH เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด (Zadrazil,1974) ซึ่งสอดคล้องกับการเลี้ยงเห็ดนางรมในวัสดุเพาะ โดยค่า pH ลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเส้นใยเดินเต็มก้อนวัสดุเพาะ และระหว่างเก็บผลผลิตจะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ระดับ pHที่ต่ำกว่า 5.0 และสูงกว่า7.0 มีผลทำให้เส้นใยเดินเต็มก้อนวัสดุช้ากว่าปกติ (Khan and Qadir,1987)

ระดับ pH ในอาหารเหลวยังมีผลต่อการสร้างโปรตีนของเห็ดนางฟ้า โดยระดับ pH 6.0 ทำให้มีการสร้างโปรตีนสูงสุด และเมื่อเพิ่ม pH เป็น 7.0 หรือต่ำกว่า 5.0 ทำให้การผลิตลดลง (Bassous,1987)

6.สารสำคัญบางอย่างต่อการเจริญของเห็ด

6.1ไนโตรเจน

ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน และกรดต่าง ๆ ภายในเซล การเจริญเติบโตของเห็ดจะเกิดขึ้นไม่ได้เลยหากปราศจากโปรตีน (สมาน,2523) เห็ดนางรมสามารถใช้ไนโตรเจนในรูปอินทรียสารได้ดีกว่ารูปอนินทรียสาร โดยไนโตรเจนมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใย (Block,1959) แต่ Zandrazil (1974)รายงานว่า ไนโตรเจนในรูปอนินทรียสาร นอกจากจะไม่มีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใย ยังมีผลในการลดการเจริญเติบโตอีกด้วย แหล่งไนโตรเจนที่ใช้ศึกษาได้แก่ $NaNO_3$, $Ca(No_3)_2$, $NaHPO_4$ และแม้ว่าไนโตรเจนในรูปอินทรียสารจะกระตุ้นการเจริญของเส้นใยก็ตามแต่ไม่มีผลต่อการพัฒนาของ primodia และผลผลิตเห็ดเลย

6.2คาร์บอน(Carbon)

ตามปกติเห็ดต้องการอาหารประเภทคาร์บอนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะเกี่ยวกับการสร้างเซลที่เป็นโครงสร้างของเห็ด และเป็นแหล่งให้พลังงานแก่เห็ด แหล่งอาหารประเภทคาร์บอน ได้แก่ กลูโคส ไซโลส ฟรุคโตส ซึ่งจัดเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก แต่ในวัสดุเพาะเห็ดมีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรทที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ได้แก่ เซลลูโลส ฮีมิเซลลูโลส (ปัญญา,2532) เห็ดนางรมสามารถย่อยสลายสารโมเลกุลขนาดใหญ่เหล่านี้ได้โดยใช้เอนไซม์ phenol oxidase ย่อยสลาย (Molitoris,1979) การเลี้ยงเส้นใยบนอาหารวุ้นหากขาดคาร์บอนเส้นใยจะเดินบางแพร่กระจายทั่วจานเลี้ยงเชื้อ (Block,1959)

6.3กำมะถัน

โดยทั่วไป เชื้อรามีความต้องการกำมะถันในระดับหนึ่ง ในอาหารวุ้นที่ใช้เลี้ยงเชื้อราหากมีกำมะถันอยู่บ้าง ก็ทำให้เชื้อราส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี กำมะถันที่ใช้ในอาหารเลี้ยงเชื้อโดยมากจะอยู่ในรูปดีเกลือ ($MgSo_4$) (สมาน,2523)

6.4ฟอสฟอรัส

เห็ดนางรมต้องการฟอสฟอรัสในการเจริญเติบโต (Block,1959) โดยฟอสฟอรัสมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพของเชื้อราที่จะใช้นำสารพวกคาร์โบไฮเดรทเป็นอาหาร แต่ต้องการเพียงเล็กน้อยเท่านั้น(สมาน,2523)

วัสดุที่ใช้ในการเพาะเห็ดนางรม

เห็ดสกุลพลูโรตัสเป็นเห็ดที่มีเอนไซม์ที่ใช้ย่อยสารประกอบซับซ้อนโมเลกุลโต ๆ จำพวกเซลลูโลส และลิกนินได้เป็นอย่างดี บางครั้งพบว่าเป็นปรสิตอย่างอ่อน (weak parasite) ในธรรมชาติพบตามต้นไม้ที่เน่าเปื่อยผุพัง เช่น ไม้โอ๊ค ไม้เมเบิล ไม้บาส เป็นต้น ในปัจจุบันการเพาะเห็ดนางรมไม่จำเป็นต้องเพาะในท่อนไม้ หรือเพาะเป็นแปลงเพราะผลผลิตไม่สู้จะแน่นอนนัก ปรากฏว่าวัสดุแทบทุกชนิดที่เป็นผลพลอยได้จากการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรมจากต้นพืช เช่น ฟางข้าว ผักตบชวา ต้นข้าวโพด ซังข้าวโพด ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว ต้นหญ้า หรือแม้กระทั่งใบไม้ก็สามารถนำมาเพาะเห็ดได้ (วิฑูรย์,2527) ประเทศที่ผลิตเห็ดนางรมในแถบยุโรป หรืออเมริกาตอนเหนือ (North america) ใช้ฟาง (straw) และ ซังข้าวโพด (corn cob) เป็นวัสดุหลัก (Kalberer,1974 and Zadrazil,1974) ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่น ได้หวันใช้ขี้เลื่อย (Omori,1974) วัสดุที่ใช้เพาะเห็ดนางรมอาจไม่จำเป็นต้องผสมธาตุอาหาร หรือไม่จำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้อ เนื่องจากเชื้อราของเห็ดนางรมเจริญเติบโตเร็ว จึงสามารถขยายโคโลนีปกคลุมเชื้อราอื่นได้เร็ว (Tan,1981)

ตามรายงานของ Zadrazil(1974) การเพาะเห็ดสกุลพลูโรตัสบนตอไม้ หรือท่อนไม้ มีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 20 และBlockเป็นบุคคลสำคัญที่เปลี่ยนแปลงการเพาะเห็ดจากเดิมมาเป็นการเพาะบนขี้เลื่อย และวัสดุหมักได้สำเร็จในปี 1958และ1959 ในปี 1965 Eger รายงานว่าเห็ดสกุลพลูโรตัสสามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้บนฟางของพวกธัญญพืช สำหรับการเพาะเห็ดบนฟางข้าวเป็นปริมาณมากครั้งแรกได้กระทำโดย Schanel และคณะในปี 1966 เห็ดนางรมที่เพาะเลี้ยงบนเศษฝ้าย (cotton waste)ให้ผลผลิตสูงกว่าการเพาะในขี้เลื่อย(*Shorea sp.*) (Tan,1981) และการทดลองของ Block และRao (1959) ได้เปรียบเทียบวัสดุเพาะ 2 วัสดุคือ ฟางข้าวสาลี และขี้เลื่อยไม้โอ๊ค โดยเพาะเห็ดกระดุม พบว่าให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใช้ขี้เลื่อยเพาะ

เห็ดนางรมจำเป็นต้องคำนึงชนิดของขี้เลื่อย โดยขี้เลื่อยที่เกิดดอกเห็ดเป๋าฮื้อได้เป็นอย่างดีคือ ขี้เลื่อยไม้เลือดควาย ไม้ยางพารา ไม้นุ่น ไม้ฉำฉา แต่ขี้เลื่อยที่ไม่สามารถนำมาใช้เพาะเห็ดได้คือ ขี้เลื่อยไม้ยางแดง ไม้สัก (สมาน,2523)

โดยปกติวัสดุที่ใช้เพาะส่วนใหญ่ เช่น ฟางและขี้เลื่อยมักมีธาตุไนโตรเจนต่ำ จึงควรเพิ่มธาตุอาหารนี้เข้าไป โดยเติมรำละเอียด ใบกระถินป่น หรือกากถั่วป่น ที่เห็ดสามารถดูดนำไปใช้ได้เลย เห็ดในสกุลพลูโรตัสมีการตอบสนองต่อรำละเอียดแตกต่างกัน *P. ostreatus* และ *P. columbinus* จะมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าเมื่อเติมรำละเอียด 15% ของน้ำหนักฟางแห้ง แต่สำหรับ *P. pulmonarius* ผลผลิตจะลดลง นอกจากนี้ *P. ostreatus* ที่ต่างสายพันธุ์กันก็จะมีการตอบสนองต่อรำข้าวแตกต่างกันด้วย (Visscher,1987) สำหรับการเพาะเห็ดนางรมในฝ้าย (cotton) พบว่า การใส่รำข้าวมากกว่า 5% มีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใย นอกจากนี้ Tan(1981) ยังได้รายงานว่ารำข้าวไม่มีผลเพิ่มหรือลดผลผลิต นอกจากนี้สามารถใช้กากแอปเปิ้ลเป็นแหล่งไนโตรเจนได้ ในการทดลองของ Worrall และ Yang,(1992) ใช้กากแอปเปิ้ลผสมขี้เลื่อยไม้จำพวกมะกอก (ash) พบว่าให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากธาตุไนโตรเจนแล้วเห็ดยังต้องการธาตุอาหารจำพวก แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งมีไม่เพียงพอในวัสดุเพาะ (อานนท์,2531) ในปัจจุบันสามารถใช้ดีเกลือ ($MgSo_4$ $7H_2O$) ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมและกำมะถัน ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของเส้นใยและเร่งการเกิดดอกเห็ดได้ (อานนท์,2531) อัตราส่วนที่ใช้ทั่วไปประมาณ 0.1-0.2 % ของน้ำหนักขี้เลื่อยแห้ง (ปัญญา,2532) ในการผลิตเห็ดนั้นบางครั้งดอกเห็ดมีขนาดเท่ากัน แต่จะมีน้ำหนักแตกต่างกันมาก แคลเซียมมีบทบาทสำคัญที่สุดในด้านนี้ หากในปุ๋ยหมักมีปริมาณแคลเซียมเพียงพอ ดอกเห็ดจะแน่นมีน้ำหนักมาก และทนต่อการขนส่ง โดยทั่วไปเราเพิ่มปริมาณแคลเซียมด้วยการเติมปูนขาวเข้าไป แต่ในการเพิ่มปูนขาวมักทำให้วัสดุที่หมักเป็นด่างไปด้วย (สมาน,2523) จึงต้องคำนึงถึงปริมาณปูนขาวที่เหมาะสมในการเตรียมวัสดุเพาะ Liu and Sun (1989) ทดลองเพาะเห็ดสกุลพลูโรตัส พบว่า ปูนขาว 2-6 % ทำให้เพิ่มการเจริญของเส้นใยของ *P. ostreatus* และ *P sajor- caju* และการเพิ่มปูนขาว 2-4 % จะทำให้ผลผลิตของเห็ดสกุลพลูโรตัส 16 ชนิดเพิ่มขึ้น